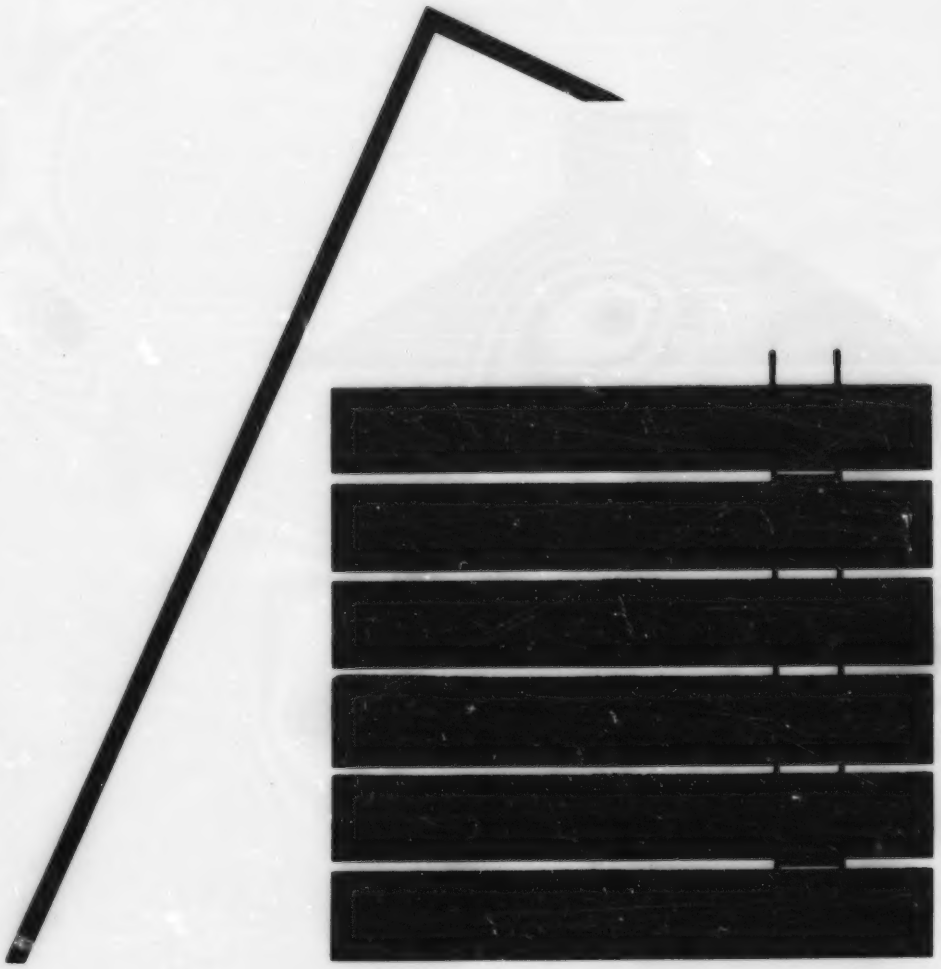
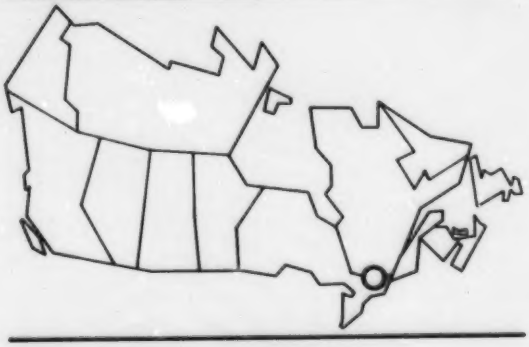
Agriculture
Canada
Publication 1713E

Grain handling on the farm



Canada

A FEDERAL/PROVINCIAL PUBLICATION



CANADA/SASKATCHEWAN

GRAIN HANDLING ON THE FARM

Paul D. Gebhardt, P. Eng.
Agricultural Engineering Section
Extension Service
Saskatchewan Agriculture
Regina, Saskatchewan

PUBLICATION 1713/E, available from
Communications Branch, Agriculture Canada,
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1988
Cat. No. A53-1713/1988E ISBN: 0-662-16035-5
Printed 1982 Revised 1988 4M–3:88

Également disponible en français sous le titre
Manutention du grain à la ferme.

CONTENTS

Introduction 3

Planning 3

What features you need 3
Storage volume 3
Location 3
Future expansion 3

Storage structures 3

Materials 3
Design 3
Flat or hopper bottoms 4

Grain storage foundations 5

Grain handling equipment 5

Grain augers 5
Bucket elevators 8
Gravity systems 8
Pneumatic systems 8
Belt conveyors 8
U-trough augers 11
Drag conveyors 11

Pits and dumps 12

Grain spreaders 12

Bin unloading 12

Safety 18

Organizing a system 18

System layouts 18

Electrical equipment 22

Electric motors and phase converters 22
Electric controls 22

Checklist in planning and building a grain system 22

Appendix 23

INTRODUCTION

This publication will help farmers plan and select a grain handling system.

If you would like more information about specific systems or help in planning the system, contact your provincial department of agriculture for the name and location of the agricultural engineer serving your region, or contact an agricultural engineering consultant.

Contact suppliers for information on specific pieces of equipment and their applications.

Standard system layouts and various component plans are available from provincial departments of agriculture.

PLANNING

Grain handling systems do not need to be costly and elaborate. In fact, often the only difference between a good system and a poor one lies in the planning. Remember that concrete is permanent and very costly to remove. A grain storage and handling system is a long-term investment that will give many years of efficient service if properly planned.

What features you need

Before forming any detailed plans, make a list of desired features. Inadequate capital may delay incorporation of some features, but proper planning will let you complete the system later.

The features on the list may include:

- aeration equipment;
- drying equipment;
- dump-and-go pit;
- bucket elevator;
- automatic controls;
- overhead hopper bins;
- weigh scale

Storage volume

Determine how much storage you need; this may be space for one harvest plus a 20-50% carryover. Consider the number of different crop varieties and the grades you expect in each variety. A grower who has one or two varieties may use fewer, larger bins, while the grower who has several varieties must have many smaller bins.

Location

Locate the grain storage facilities for easy access from fields and the road. A well-drained site with a low water table is best. If necessary, mound the area. The site should be isolated from the house to keep noise and dust to a minimum and for safety, yet should remain visible for security.

Build where electrical power is available. If your current or future plans include a dryer, check into the availability of three-phase power and possible access to natural gas. It may be more economical to set up the grain handling and storage facility where the utilities are available than to install utilities at another site.

USE UNDERGROUND ELECTRICAL LINES NEAR THE STORAGE AND HANDLING FACILITY.

To help prevent snow accumulation, build in a naturally sheltered area or include a shelterbelt in the plans.

Future expansion

Plan the system so it can be expanded. Increased storage space, drying or processing equipment will require additional land.

STORAGE STRUCTURES

Bins may be built from a variety of materials using many different designs (Figure 1). The base of a bin may be rectangular or circular with a flat or hopper bottom.

Materials

You can construct a bin of wood or metal or a combination of the two. A wood bin will require more maintenance and is neither as fire-resistant nor as rodent-proof as a metal structure. Insects may be more difficult to control due to the many cracks inherent in wood construction.

Galvanized or precoated metal structures are virtually fireproof, rodent-proof and maintenance free.

Design

Storages, whether wood or metal, may be of cylindrical, straight-wall, slant-wall or arch designs. Of these, the metal cylindrical type is most common.

Metal cylindrical bins (Figure 1) are easy to erect, available in many sizes and adaptable to mechanized unloading, aeration and drying systems. However, they must be securely anchored to prevent wind damage, must be filled and emptied from the center and erected correctly to prevent bin-wall failure.

Farms that produce a large quantity of grain of the same grade and variety may use large flat structures for grain storage (Figure 8). Properly planned, these may be equipped with mechanized loading-unloading and aeration and drying systems. When not used for grain storage, the structures may be used for machinery storage or other purposes.

Arch-roof buildings can usually be filled without the need for braces to support their inward-sloping

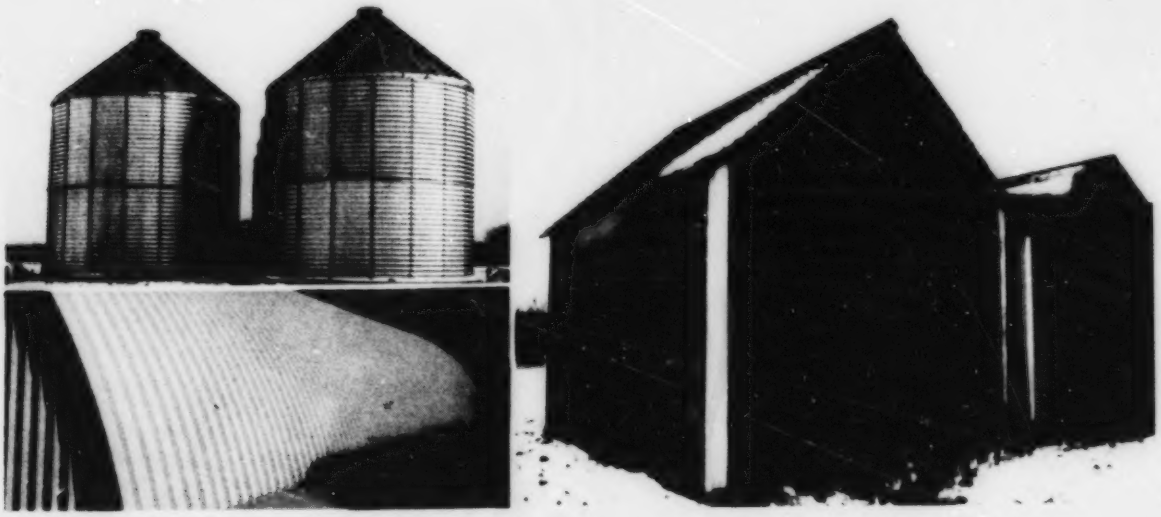


FIGURE 1 Types of grain storage structures

sidewalls. However, the vertical endwalls need additional support. Slant- and straight-wall buildings need additional support on all walls. Before using any of these types for grain storage, check with the manufacturer about bracing and maximum grain depths.

Flat or hopper bottoms

Flat-bottom storages equipped with underfloor unloading and sweep augers are efficient and economical provided they are not filled or emptied frequently. Hopper-bottom bins are primarily used when bins must be filled and emptied frequently, such as holding bins in a dryer operation.

Hoppers may be at or below grade or elevated. Do not consider below-grade hoppers if the water table is high or if surface drainage is poor. An elevated hopper will require a support structure, increasing cost significantly (Figure 2). Hoppers may be built of metal, wood, concrete or plastic.

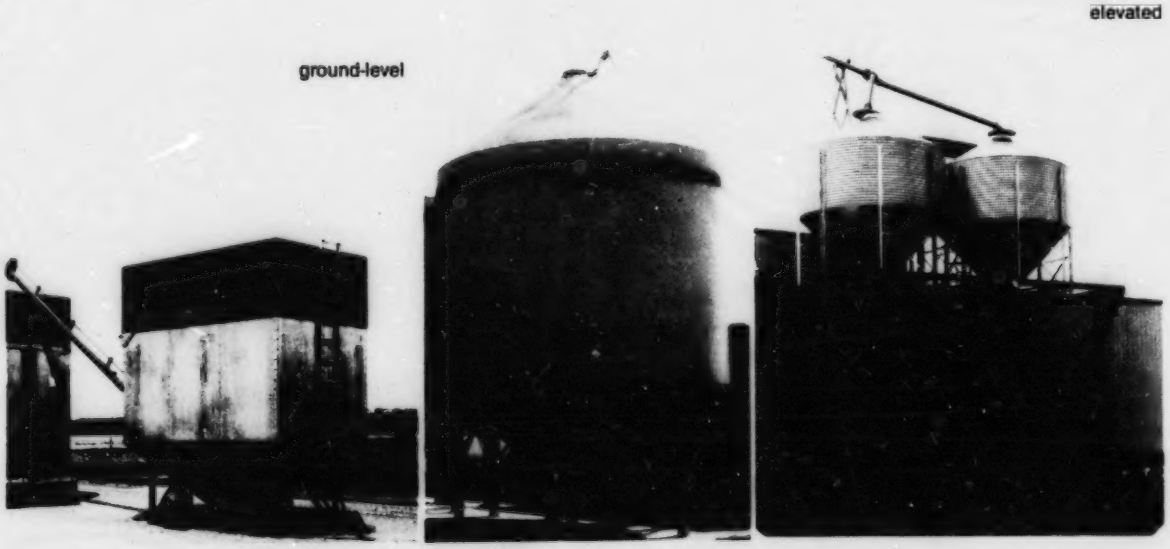


FIGURE 2 Structures to hold hopper-bottom bins

GRAIN STORAGE FOUNDATIONS

A foundation transfers the weight of the building and its contents to the underlying soil, preferably without excessive heaving or settling. However, for grain storage structures, the foundation may include tubes or a hopper for handling systems and ducts for conditioning systems. Foundation plans that incorporate various duct and underfloor auger layouts are available from your regional agricultural engineer or suppliers. When erecting metal bins with eave heights greater than 6 m, or when soil conditions are questionable, a soil test is recommended. Figures 3 to 8 show types of foundations.

Three types of foundations may be used for raised metal hopper-bottom bins that are supported by legs: slab, ring and pile. Because each best suits a specific application, consult an agricultural engineer before selecting one.

GRAIN HANDLING EQUIPMENT

Efficient equipment for moving grain in and out of storage is a necessity. You need enough capacity to keep up with the harvesting rate. A portable grain auger is usually sufficient for a "once in-once out" operation. However, if you move grain two or three times or handle large quantities, consider a bucket elevator.

Grain augers

A grain auger can operate at any angle from horizontal to vertical (Figure 9). Depending upon location and application, it can be powered by an internal combustion engine, an electric motor, or a tractor PTO.

Consider the following:

- —As the elevation angle increases from 0° towards 90°, auger capacity decreases.
- —The power requirements increase with angle of elevation to 45°, then decrease as the angle increases to 90°.
- —Auger capacity and power requirements increase with speed (to a certain level).
- —Intake exposure affects capacity. The normal exposure length is two to three times the auger diameter.
- —Length does not affect capacity.
- —Power requirements are proportional to auger length. Auger lengths are limited by the torque capacity of the auger shaft and coupling.
- —Auger capacity is reduced and power requirements increased as the grain moisture content increases. If the moisture content increases from 14% to 25%, the auger's capacity is halved and the power requirement increased approximately two to three times.

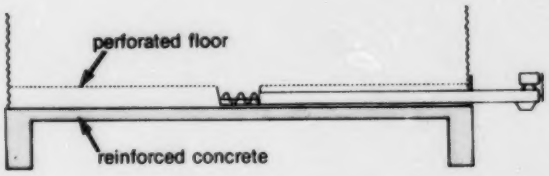


FIGURE 3 Foundation for circular storage without provisions for mechanized unloading, or for use with a completely perforated floor

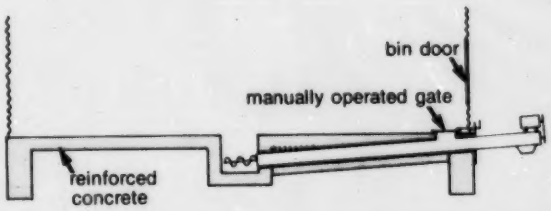


FIGURE 4 Concrete foundation for circular storage with a tube and well cast in place; the outlet of the underfloor auger must be high enough to provide clearance for the next method of conveyance. The manually operated gate should be opened only after grain flow to center well has stopped.

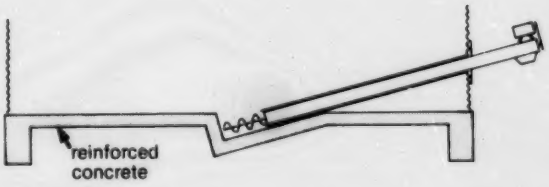


FIGURE 5 Concrete foundation for circular storage with a center-unloading inclined auger

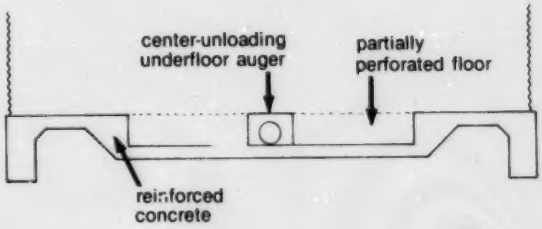
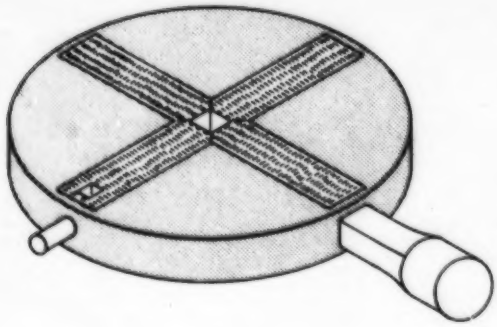


FIGURE 6 Concrete foundation for circular storage with a partially perforated floor



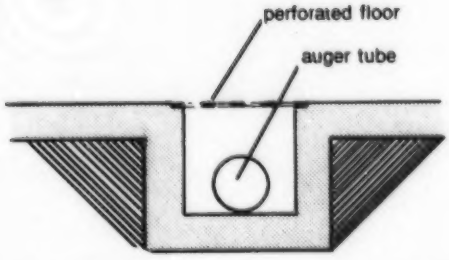


FIGURE 7 Concrete foundation for circular storage with flush-floor aeration ducts, allowing for an unloading auger within one of the ducts; different duct layouts may be used to suit individual needs.

—Grain damage increases with speed and with increased clearances between the flighting and auger tube.

—Vertical auger applications are limited to low lifts and low capacities.

Figure 10 can be used to determine the length of auger needed to reach a storage bin. For example: To reach a 6 m high bin with a horizontal distance of 12.5 m, an auger length of 14 m will be required. The auger's angle of inclination will be less than 40°.

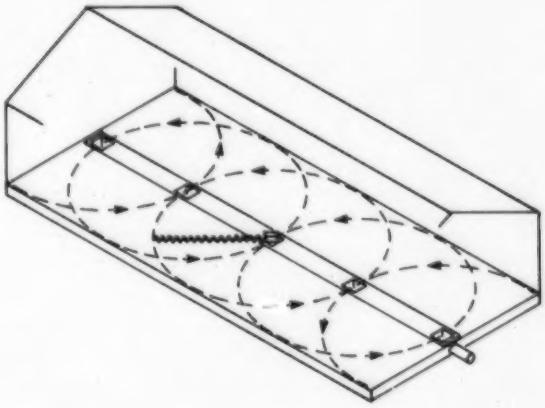


FIGURE 8 Concrete foundation for rectangular storage with either flush-floor ducts or tubes and wells cast in place

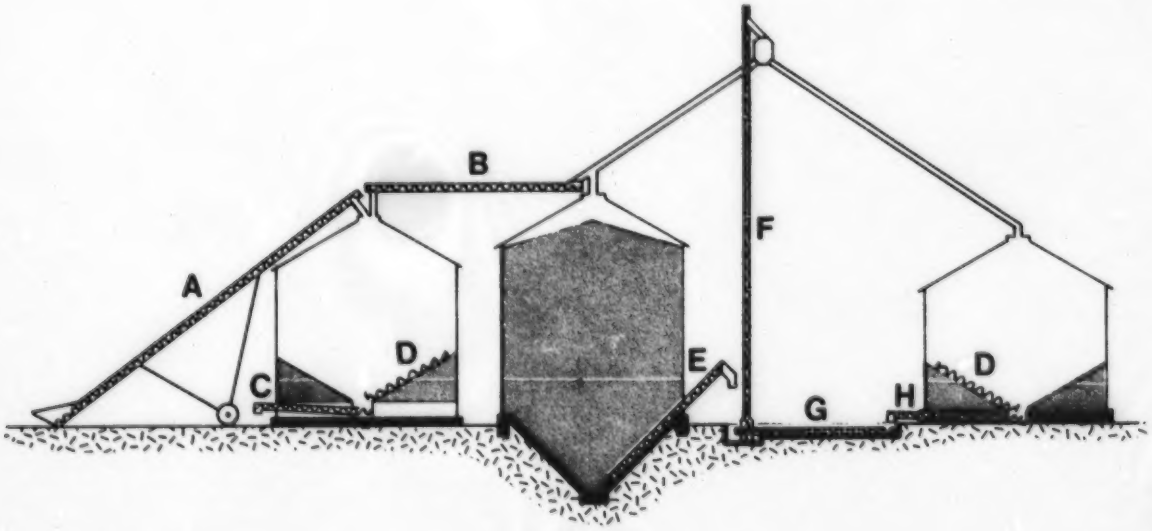


FIGURE 9 Auger applications
A Portable auger
B Horizontal overhead auger
C Unloading auger in plenum of drying bin
D Sweep auger
E Unloading auger for hopper-bottom bin
F Vertical auger
G Drive-over dump auger
H Unloading auger in bin foundation

Table 1 gives typical capacity and power requirements for grain augers. These are approximate; auger performance is affected by many factors, including grain type, grain moisture content, exposure length, and auger design.

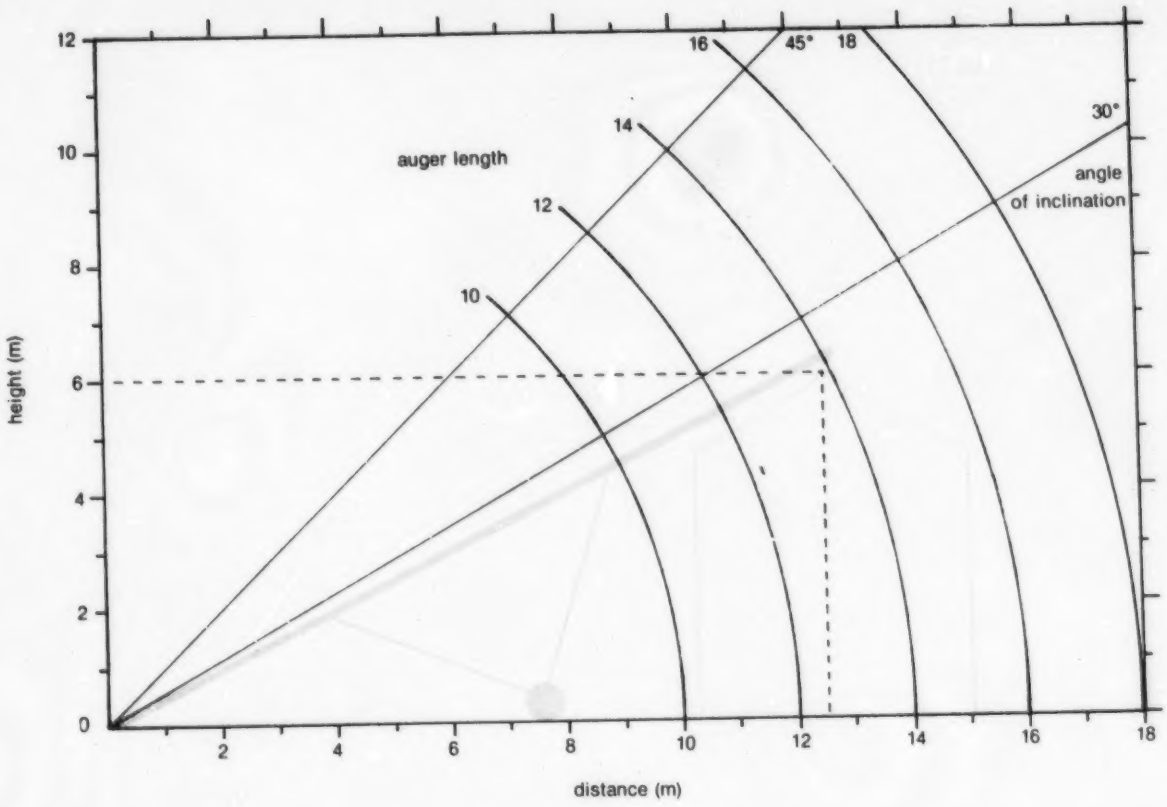


FIGURE 10 Grain augers — height, distance, length, angle

TABLE 1 POWER REQUIREMENTS (W/m) AND MAXIMUM CAPACITIES (m^3/h) FOR GRAIN AUGERS

Auger dia. (mm)	rpm	Auger angle of inclination									
		0°		30°		45°		60°		90°	
		Cap.	Power	Cap.	Power	Cap.	Power	Cap.	Power	Cap.	Power
150	300	30	170	30	220	25	220	20	200	10	125
	400	40	220	35	300	30	300	30	250	15	170
	600	55	330	50	450	40	450	40	400	20	250
	800	60	490	60	575	45	575	45	520	25	330
180	300	65	270	54	345	46	345	39	320	22	200
	400	81	345	68	440	58	440	48	415	27	270
	600	102	515	88	690	75	690	61	610	37	370
	700	112	610	93	785	80	785	68	760	41	440
200	300	80	420	65	515	55	515	45	490	30	350
	400	100	540	80	685	70	685	55	635	40	400
	500	120	660	100	860	80	860	65	800	50	600
	600	130	800	120	1030	90	1030	75	1000	55	650
250	300	170	760	130	1000	110	1000	80	950	60	650
	400	200	1000	150	1300	130	1300	110	1200	75	800
300	200	235	855	195	1200	160	1200	125	1075	80	660
	300	305	1275	255	1750	220	1750	170	1665	110	980

NOTE: — The power requirements and capacities given are approximate and will vary with grain type and condition.
— The power requirements are for electric motor drive.
— Power train loss is not included.

Bucket elevators

Bucket elevators are the most energy efficient way to move grain vertically (Figure 11). Bucket size, shape and spacing vary; consult the manufacturer for applications and characteristics.

A bucket elevator is generally more expensive than an inclined auger and requires either a tower or a guy wire for support. The tower does not interfere with the placement of bins, other equipment or roadways but is more costly than a guy wire.

A bucket elevator has a higher mechanical efficiency than an auger and needs less maintenance. Depending upon use, these factors may offset the higher initial cost. Normally, 1000-1400 t of grain must be handled in a year before the system becomes economically practical. This limit will be lower if the system includes grain conditioning, cleaning or feed processing equipment.

Table 2 gives typical power requirements for different bucket elevator heights and capacities.

Use Figure 12 to determine the approximate spout lengths and the effective bucket elevator length required to maintain the desired downspout slope. For example: a holding bin 15 m from the leg with an overall height of 6 m and requiring a minimum downspout slope of 40°. From Figure 12, the effective bucket elevator length should be 19 m and the spout length 20 m.

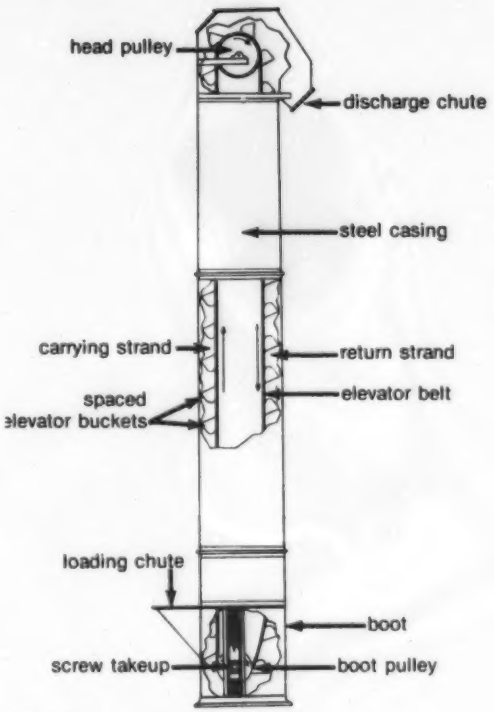


FIGURE 11 Bucket elevator

Gravity systems

With gravity flow, material moves unaided by mechanical or pneumatic means. Figures 13 and 14 illustrate the recommended floor and spout slopes for gravity flow of several materials.

Spout capacity is affected by spout size and slope and the number of turns or direction changes made. Table 3 gives spout sizes for different capacities. To obtain maximum spout life and capacity make spouts as straight as possible.

Pneumatic systems

A pneumatic system consists of a fan assembly, a feeding mechanism and piping, and may include several cyclones. It moves the grain in an airstream within a pipe or tube.

The system's advantages include dust-free operation and grain movement that is not limited to straight lines. Its major disadvantages include low mechanical efficiency, high cost, greater wear and noise.

Figure 15 illustrates the combination system commonly used to unload bins. It employs negative pressure pickup and positive pressure discharge. Figure 16 shows a positive-pressure system primarily used to load bins.

Belt conveyors

Belt conveyors are endless belts revolving around two pulleys, as shown in Figure 17. They are effi-

TABLE 2 TYPICAL POWER REQUIREMENTS (kW)[1] FOR BUCKET ELEVATORS

Capacity	Lift (m)						
(m^3/h)	12	15	18	21	24	27	30
21	1.1	1.1	1.5	1.5	2.2	2.2	2.2
37	1.5	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7
57	2.2	2.2	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
73	2.2	3.7	3.7	3.7	5.6	5.6	5.6
90	3.7	3.7	5.6	5.6	5.6	7.5	7.5
103	3.7	3.7	5.6	5.6	7.5	7.5	7.5
126	5.6	5.6	7.5	7.5	11.2	11.2	11.2

[1] Based on manufacturer's recommendations

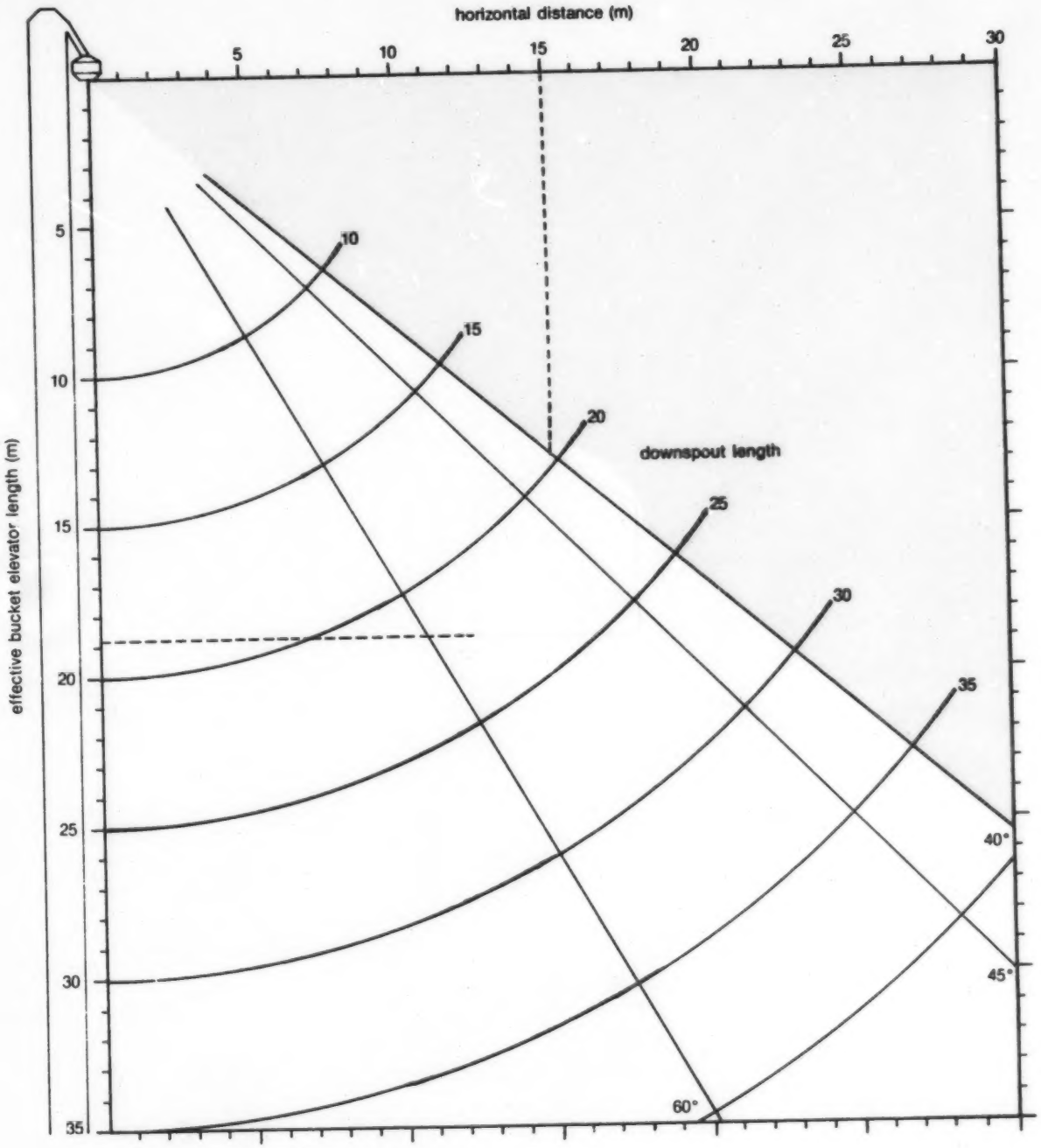


FIGURE 12 Effective bucket elevator length and downspout angle. The downspout angle should not be less than 40°; the effective elevator length is from distributor outlet to ground level.

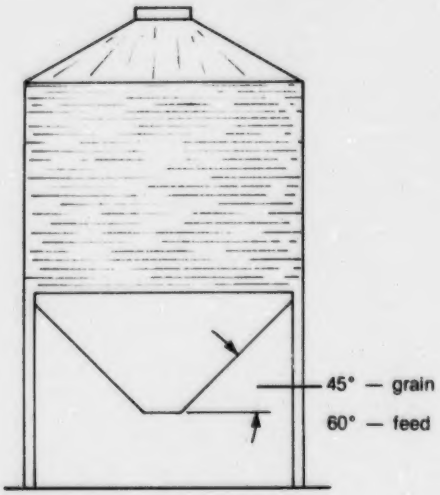


FIGURE 13 Floor slope required for gravity flow

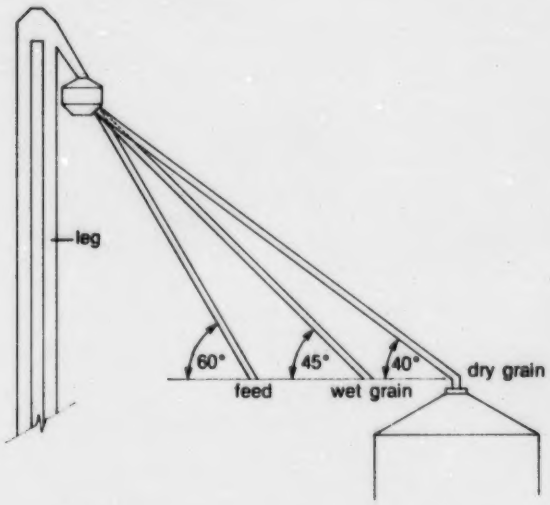


FIGURE 14 Spout slope required for gravity flow

TABLE 3 REQUIRED SPOUT SIZE

Capacity	Spout slope	Minimum spout size
25 - 50 m^3/h	40°	150 mm dia. or 150 mm square
50 - 70 m^3/h	40°	200 mm dia. or 180 mm square
70 - 90 m^3/h	40°	250 mm dia. or 225 mm square

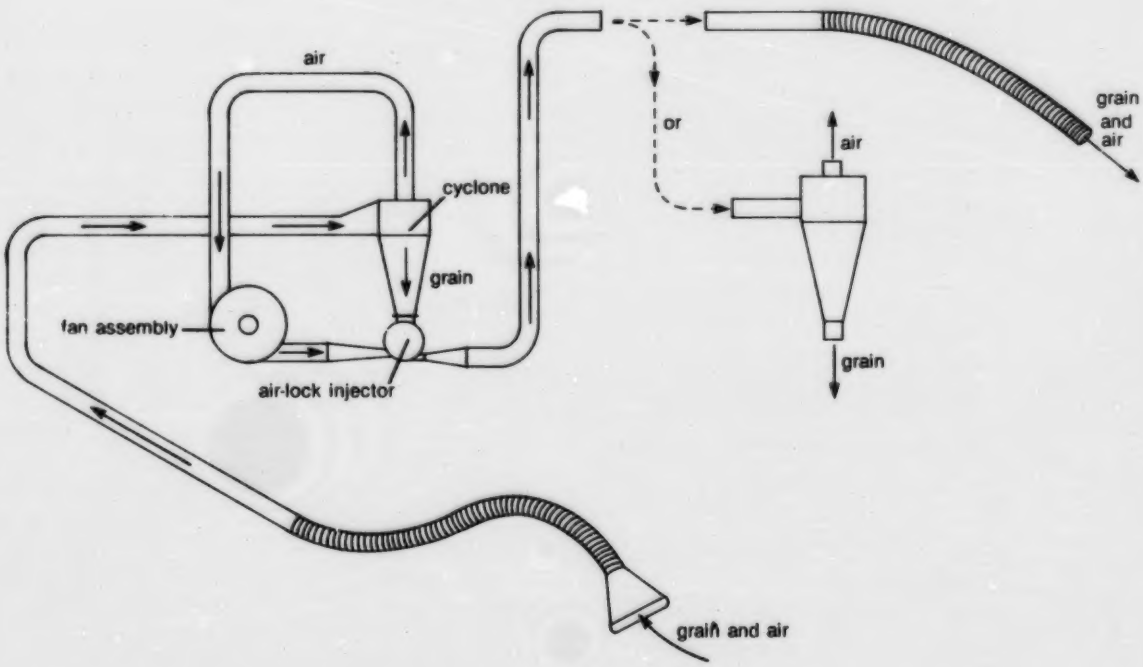


FIGURE 15 Combination pneumatic system that uses negative pressure pickup and positive pressure discharge

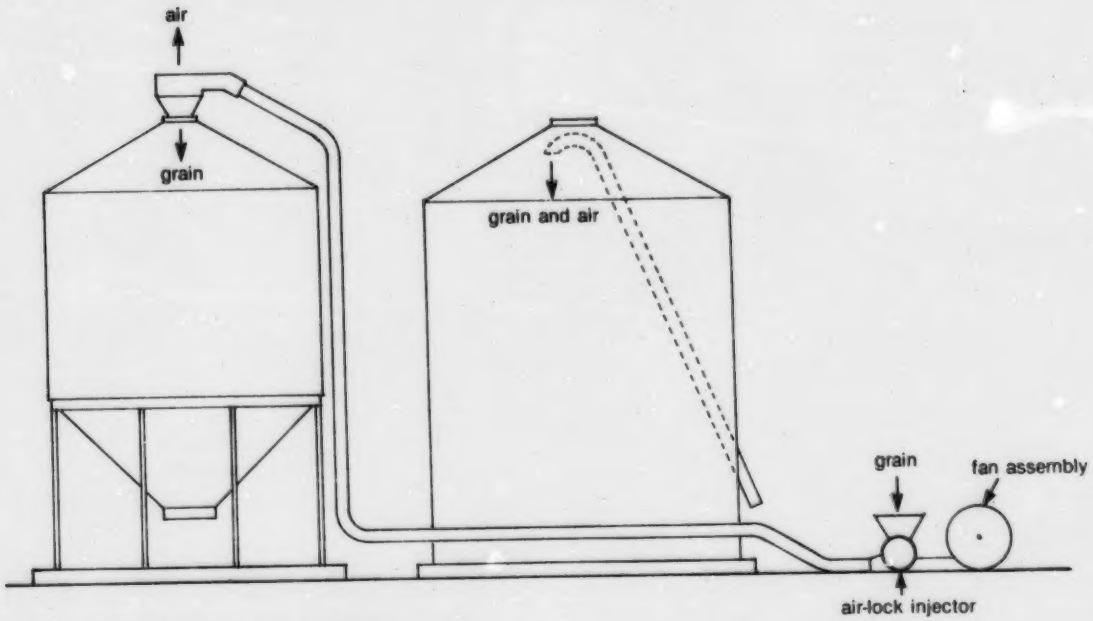


FIGURE 16 Positive-pressure pneumatic system

TABLE 4 BELT CONVEYOR CHARACTERISTICS WHEN MOVING GRAIN

Width (mm)	Belt speed (m/s)	Capacity (m^3/h for 1 m/s belt speed)		Typical power requirements (kW)[1]
		20° Troughed	30° Troughed	
350	2.0	18.7	-	1.1
400	2.3	28.1	-	1.2
450	2.3	38.5	50.2	1.7
500	2.5	49.3	-	2.0
600	3.0	75.3	105.9	2.8
750	3.5	126.0	178.4	4.3
900	4.0	186.7	262.0	8.1

[1]At maximum capacity for 20° troughed conveyor and at horizontal distance of 40 m, and allowing 600 W drive-train loss

cient horizontal conveyors for grains, especially those that crack or damage easily. Belt conveyors are suited to straight-line runs and where inclinations are less than 20°. The initial cost is high but this may be offset by the low power requirement and low maintenance costs.

Of the three types of belt conveyors shown in Figure 18, the troughed belt is most suitable for grain. The slider plate with side skirts has greater friction and wear; this limits lengths to about 30 m and belt speeds are lower than comparable troughed belts. The flat belt is not recommended for grain because grain's low angle of repose results in a very low capacity. Table 4 gives typical capacities.

U-trough augers

U-trough augers are primarily used to convey grain horizontally. Bearings suspend the auger slightly above the bottom of the U-trough and are located between auger sections. This reduces wear on the trough bottom and, compared to a horizontal tube auger, the power requirements. Table 5 gives typical capacity and power requirements.

Drag conveyors

Drag conveyors (Figure 19) consist of a series of paddles attached to an endless chain moving in a stationary trough. They are primarily used to move grain horizontally or up a slight incline. When inclined, the capacity is reduced, depending on the material being conveyed and the angle.

Drag conveyors are less efficient than belt conveyors and more efficient than horizontal augers. The major advantages are good cleaning characteristics and low grain damage. Typical capacity and power requirements are given in Table 6.

Figure 20 shows a variation of the drag conveyor in which the chain actually travels in a continuous loop. This system can move grain vertically and horizontally to load or unload bins.

Table 7 gives a condensed comparison of grain conveyors.

PITS AND DUMPS

Figures 21 and 22 illustrate some of the pits and dumps commonly used. A below-ground pit may have water problems if the water table is high, if surface water does not flow away from its perimeter, or from rain and snow accumulation.

GRAIN SPREADERS

Mechanical spreaders may be used when filling large-diameter bins to distribute and spread grain or other material. This is especially important when aerating or drying as it allows a more uniform airflow through the grain mass; however, an increase in static pressure for the same depth will result. Some common grain spreaders are shown in Figure 23.

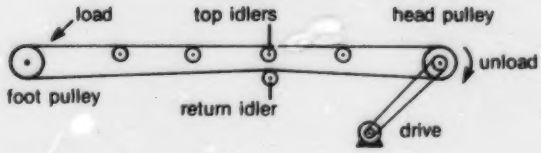


FIGURE 17 Belt conveyor

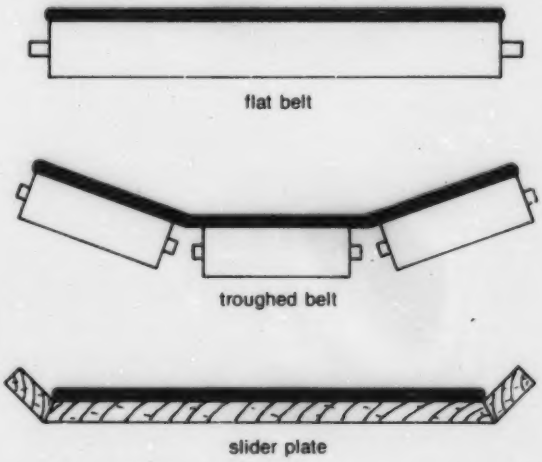


FIGURE 18 Types of belt conveyors

TABLE 5 U-TROUGH POWER REQUIREMENTS (kW)

Length (m)	150 mm		200 mm		250 mm	
	17 m^3/h at 200 rpm	25 m^3/h at 300 rpm	42 m^3/h at 200 rpm	63 m^3/h at 300 rpm	70 m^3/h at 200 rpm	105 m^3/h at 300 rpm
3	0.75	0.75	0.75	0.75	1.1	1.5
7	0.75	1.1	1.1	1.5	1.5	2.2
12	1.1	2.2	1.5	2.2	2.2	3.7
17	1.1	2.2	2.2	3.7	3.7	5.6
24	1.5	2.2	3.7	5.6	5.6	7.5
30	2.2	3.7	3.7	5.6	7.5	11.2
36	2.2	3.7	5.6	7.5	7.5	11.2

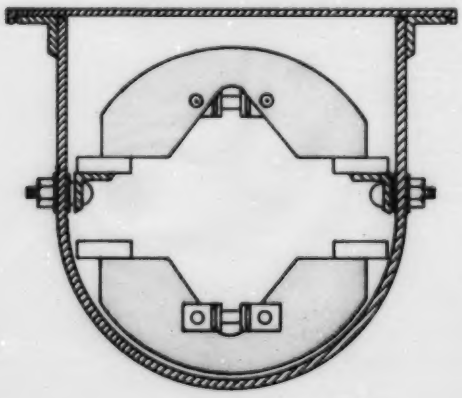


FIGURE 19 Cross-section of typical drag conveyors

BIN UNLOADING

The type of storage structure and foundation will determine to what degree mechanized emptying can be used. Rectangular flat storage will require more labor than a flat circular structure. Hopper-bottom bins may be emptied completely by gravity flow, requiring minimal labor.

Various foundations are illustrated in Figures 3 to 8. An auger tube and well cast in the foundation combined with an underfloor auger and sweep auger will reduce labor when emptying bins.

TABLE 6 CAPACITY AND POWER REQUIREMENTS FOR A TYPICAL DRAG CONVEYOR WHEN MOVING GRAIN

Size	Capacity (m^3/h)			Power requirements (W/m)		
(mm)	at 30 m/min	at 38 m/min	at 45 m/min	at 30 m/min	at 38 m/min	at 45 m/min
150	23	28	34	52	65	78
230	46	58	69	105	132	160
300	78	97	117	180	225	268
360	104	130	156	238	300	360

TABLE 7 COMPARISON OF CONVEYORS

Type	Relative capacity[1]		Relative power requirements[2]		Relative grain damage	Advantages	Disadvantages
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal			
Auger	1	1	1	1	2[3]	Portable Wide range available Low cost	Medium to heavy wear Limited to low angles of elevation Single sections limited in length
U-trough	-	2	-	0.5	2	Cost Reduced maintenance (compared to horizontal auger) Components easily accessible	Not self-cleaning Limited to low angle of elevation
Drag conveyor	-	2.5	-	0.37	1	May be self-cleaning Used for long distances	Wear factor Cost
Belt elevator	-	3.7	-	0.25	0	Low power requirement Used for long distances Low maintenance Self-cleaning	Cost Limited to very low angles of elevation
Bucket elevator	2.4	0	0.4	-	1[3]	Low maintenance Low power requirement High capacity for vertical lift	Limited speed range Needs support High cost
Pneumatic		0.2		4	2[3]	Self-cleaning Flexible	High power requirement High cost

[1] For equal lengths and power
[2] For equal lengths and capacities
[3] Damage depends on wear and design

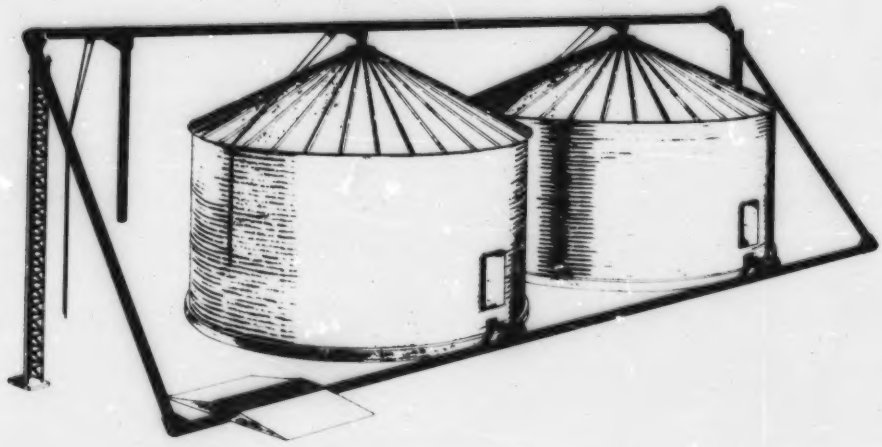
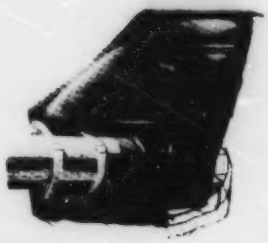
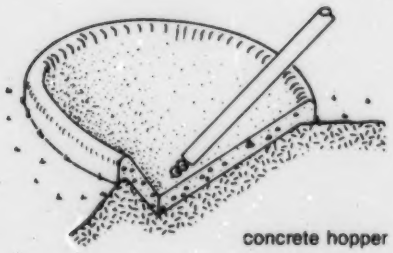


FIGURE 20 One type of drag conveyor

flexible hopper



tractor or truck tire plus canvas



concrete hopper

portable auger set into below-ground hopper

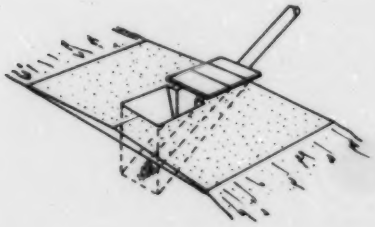
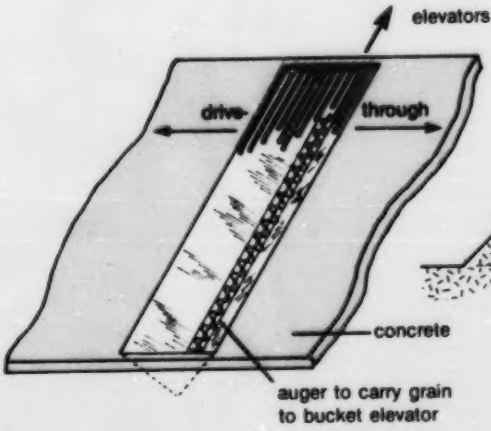


FIGURE 21 Types of pits or receiving dumps for grain augers

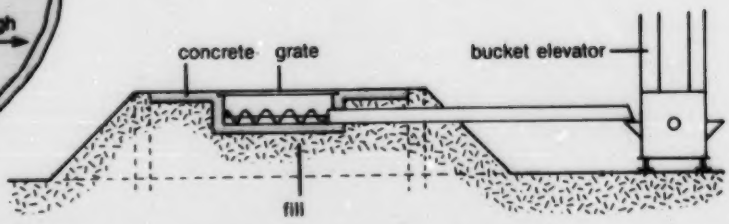
TABLE 8 COMPARISON OF ELECTRIC MOTORS

Motor type	Power range	Starting torque	Starting current	Reversing method	Characteristics	Typical uses
Capacitor-start, induction-run	To 7.5 kW	4 times rated load	3 to 5 times rated current	Electrical	Versatile motor, most popular for farm use	Water systems, grain augers, air compressors, milking machines, ventilating fans, agitators, run mixers
Capacitor-start, capacitor-run	1.5 to 15 kW	4 times rated load	3 to 5 times rated current	Electrical	Special capacitor gives improved performance in breakdown torque, full load efficiency, and power factor	Silo unloaders, large conveyors, barn cleaners, silage blowers, pumps, crop drying fans, bunk feeders, hammermills
Repulsion-start, induction-run	To 15 kW	5 times rated load	3 times rated current	Shift brushes	Expensive, handles large loads with little variation in current	Silo unloaders, barn cleaners, large conveyors, mixers, deep well pumps, feed grinders
Soft-start motors	5.6 to 37 kW	50-90% of rated load	2 to 2.5 times rated current	Electrical	Motors have special windings that allow relatively low starting	Crop drying fans, forage and silo blowers, feed grinders, centrifugal pumps
3-phase motors	0.37 to 300 kW	3 to 4 times rated load	3 to 4 times rated current	Electrical	Requires 3-phase power or a phase converter, may be used on single-phase power. Simple construction, versatile, trouble-free	Irrigation pumps, manure pumps, feed grinders, large conveyors, bucket elevators, mixers

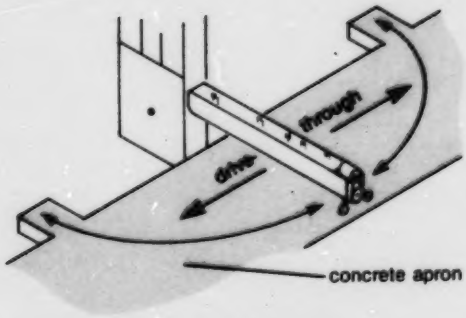
[1] Reversing electrically is done by changing wires at the motor terminals



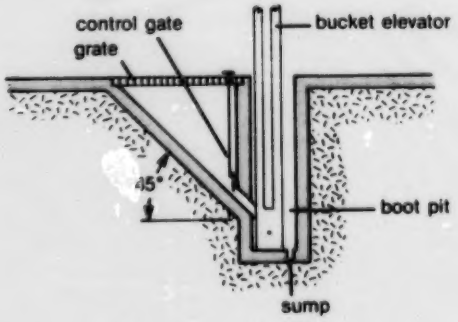
Concrete pad equipped with cross auger in shallow pit



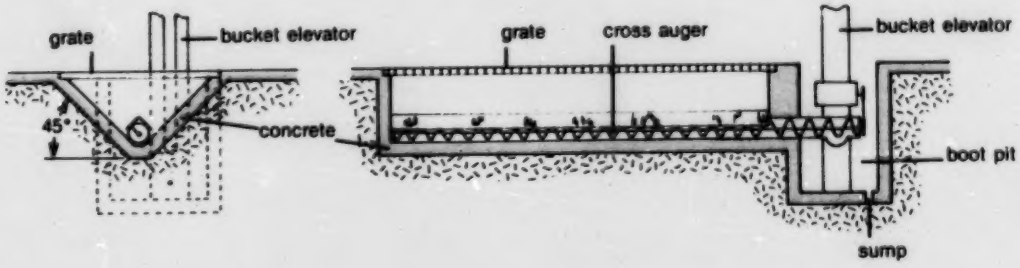
Elevated pit with horizontal auger to bucket elevator



Leg with swinging hopper



Gravity dump pit — limited to areas with low water table



Auger pit

FIGURE 22 Types of pits or receiving dumps for bucket elevators

electrically operated tilting-pan type, 5-11 m bins

electrically operated, 5-11 m bins

gravity spreader, up to 7 m bins

gravity spreader, up to 18 m bins

FIGURE 23 Common types of grain spreaders

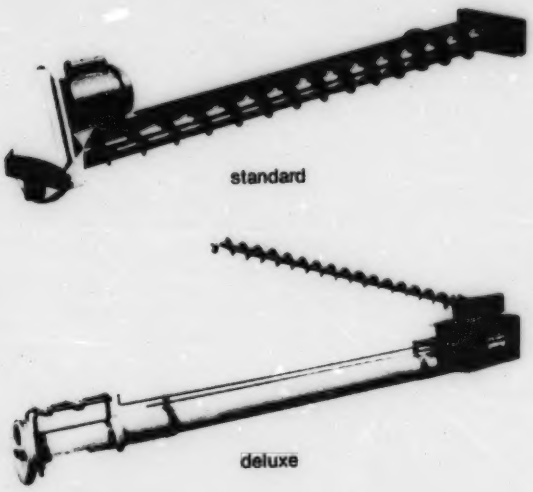


FIGURE 24 Sweep augers

Several sweep auger designs are available (Figure 24). The standard type is usually moved from bin to bin. The deluxe unit remains in one bin and is only engaged (manually from outside of the bin) after gravity flow stops. A single motor drives the underfloor auger and the deluxe sweep while two motors are required for the standard version.

Safety

Grain storage facilities have a number of potential hazards regardless of how well designed and built.

These hazards include suffocation in grain, contact with conveying and electrical equipment, and respiratory problems from dust, molds and pesticides.

The following safety measures will help prevent accidents:

- —Never enter a bin to clear bridged grain when the unloading system is running. Use a pole to break the bridge while remaining outside.
- —Never allow people in the bin while emptying or filling it.
- —Keep visitors and other nonessential personnel away from the facility while it is in operation.
- —Keep all shields in place including those over conveyor intakes and drives.
- —Use approved electrical equipment and installation methods.
- —Use suitable personnel protective equipment (PPE) when called for. This may include hearing protectors, dust masks, chemical-cartridge respirators or other PPE identified on pesticide containers.

ORGANIZING A SYSTEM

Once you have selected the site, determined the quantity of grains to be handled and stored, and evaluated present facilities and possible future expansion, plan the system on paper. Use the following guidelines to determine the size and layout:

- —Keep movement of portable equipment to a minimum.
- —Handling equipment capacity should exceed the expected harvest rate.

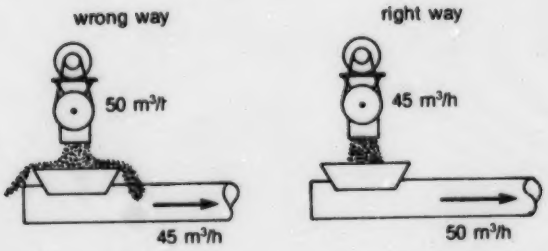
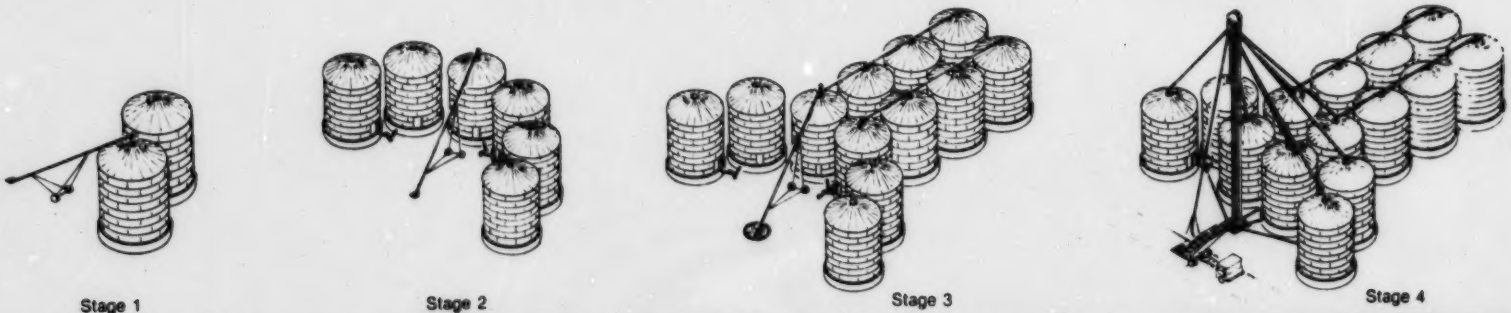


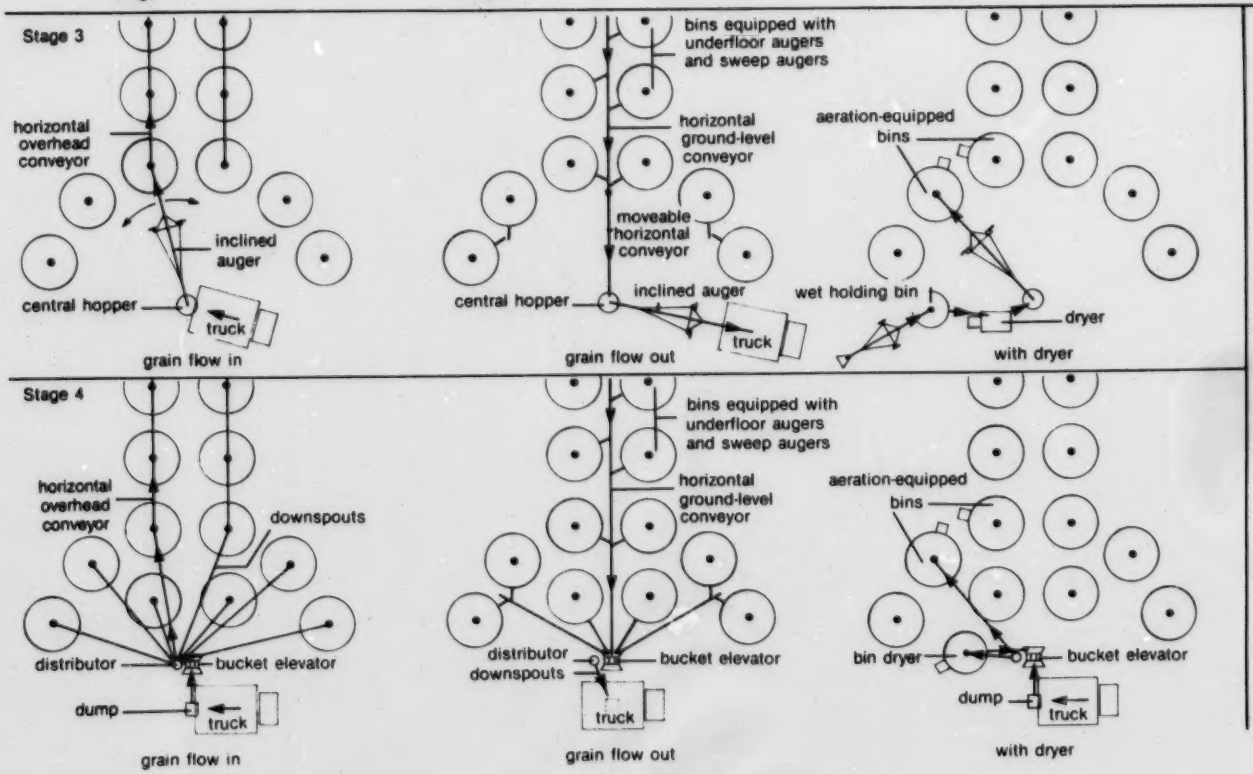
FIGURE 25 Conveyor selection

- —Wet grain greatly reduces the capacity of grain augers but has little effect on a bucket elevator.
- —Size the conveying equipment with future expansion in mind.
- —Consider grain conditioning requirements.
- —Plan so that the storage capacity may be expanded without requiring major modifications or creating obsolescence.
- —Match conveying equipment. To avoid bottlenecks, each piece of equipment in the flow path should have up to 10% more capacity than the preceding piece (Figure 25).
- —Allow sufficient room to maneuver grain trucks (see Appendix, Figure A3), including pup trailers.

System layouts

The system layouts (Figures 26 and 27) show how a system can be planned with future expansion in mind. Remember these are only ideas; the system suitable for your operation will likely be different. Various system layouts are available from equipment suppliers, consulting engineers and provincial departments of agriculture.





Bin size and number will determine auger length or bucket elevator length.

Leave a distance of 1 m between bins.

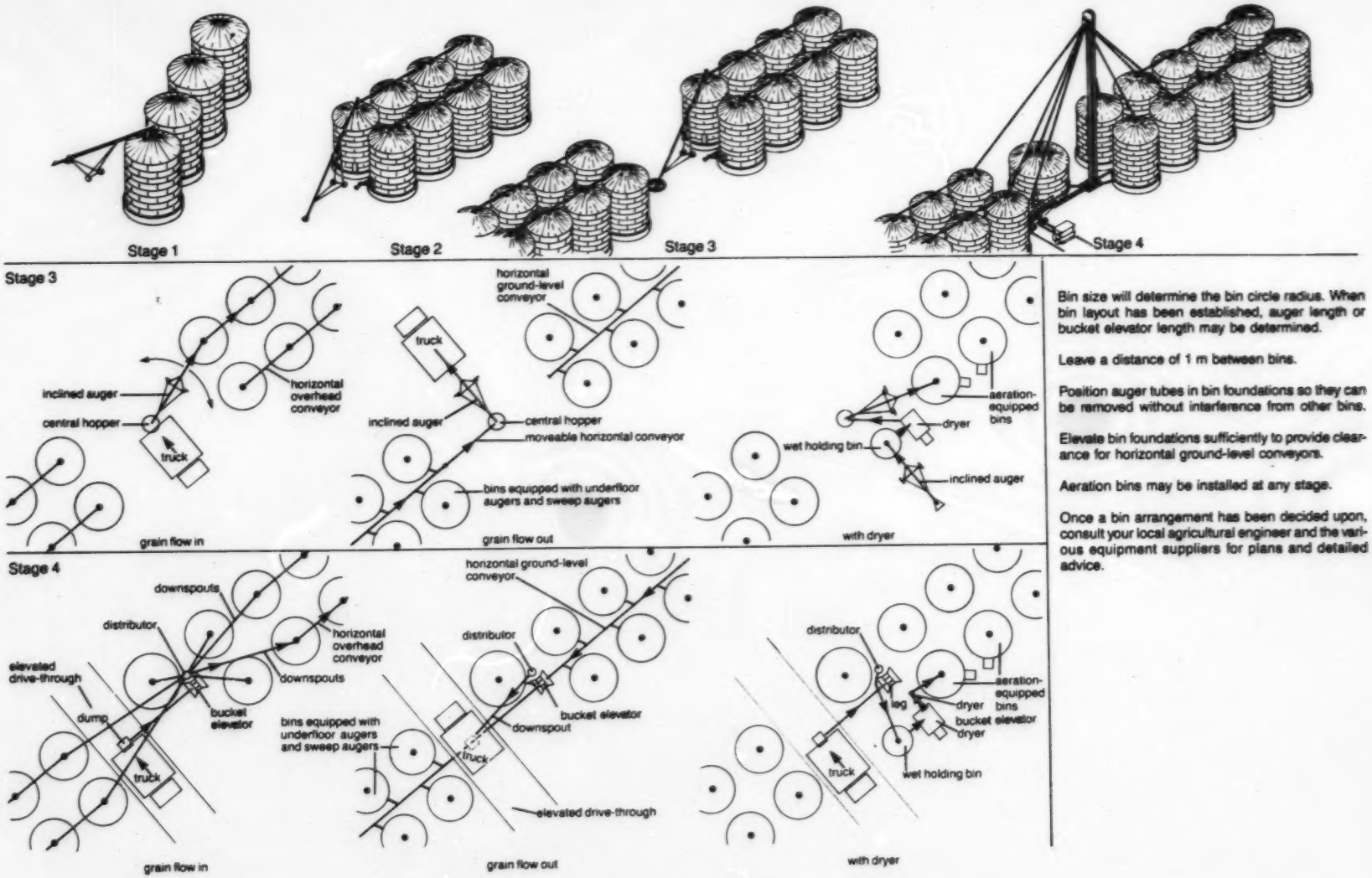
Position auger tubes in bin foundations so they can be removed without interference from other bins.

Elevate bin foundations sufficiently to provide clearance for ground-level conveyors.

Aeration bins may be installed at any stage.

Once a bin arrangement has been decided upon, consult your local agricultural engineer and the various equipment suppliers for plans and detailed advice.

FIGURE 26 Semicircular bin arrangement



Bin size will determine the bin circle radius. When bin layout has been established, auger length or bucket elevator length may be determined.

Leave a distance of 1 m between bins.

Position auger tubes in bin foundations so they can be removed without interference from other bins.

Elevate bin foundations sufficiently to provide clearance for horizontal ground-level conveyors.

Aeration bins may be installed at any stage.

Once a bin arrangement has been decided upon, consult your local agricultural engineer and the various equipment suppliers for plans and detailed advice.

FIGURE 27 In-line bin arrangement

TABLE 9 COMPARISON OF ELECTRIC MOTORS

Motor type	Power range	Starting torque	Starting current	Reversing method	Characteristics	Typical uses
Capacitor-start, induction-run	To 7.5 kW	4 times rated load	3 to 5 times rated current	Electrical[1]	Versatile motor, most popular for farm use.	Water systems, grain augers, air compressors, milking machines, ventilating fans, agitators, mixers.
Capacitor-start, capacitor-run	1.5 kW to 15 kW	4 times rated load	3 to 5 times rated current	Electrical[1]	Special capacitor gives improved performance in breakdown torque, full load efficiency, and power factor.	Silo unloaders, large conveyors, barn cleaners, silage blowers, pumps, crop drying fans, bunk feeders, hammermills.
Repulsion-start, induction-run	To 15 kW	5 times rated load	3 times rated current	Shift brushes	Expensive, handles large loads with little variation in current.	Silo unloaders, barn cleaners, large conveyors, mixers, deep well pumps, feed grinders.
Soft-start motors	5.6 to 37 kW	50 to 90% of rated load	2 to 2½ times rated current	Electrical[1]	Motors have special windings which allow relatively low starting.	Crop drying fans, forage and silo blowers, feed grinders, centrifugal pumps.
3-phase motors	0.37 to 300 kW	3 to 4 times rated load	3 to 4 times rated current	Electrical[1]	Requires 3-phase power or a phase converter may be used on single-phase power. Simple construction, versatile, trouble-free motor.	Irrigation pumps, manure pumps, feed grinders, large conveyors, bucket elevators, mixers.

[1] Reversing electrically is done by changing wires at the motor terminals

ELECTRICAL EQUIPMENT

Electric motors and phase converters

Three-phase electric motors are more efficient and more economical than single-phase motors (Table 8). However, three-phase power may not be available at the grain handling and storage facility.

Phase converters allow three-phase motors to be operated on single-phase lines. Two types are available: static and rotary.

The static converter is primarily used for one- or two-motor systems. The converter is balanced or matched to the load to be operated. Additional motors cannot be added to the system after the converter has been balanced.

The rotary converter is used with systems that use several motors or where a different number of motors may operate at any given time. It is more expensive initially than the static type.

Consult the power or utility company before buying a system.

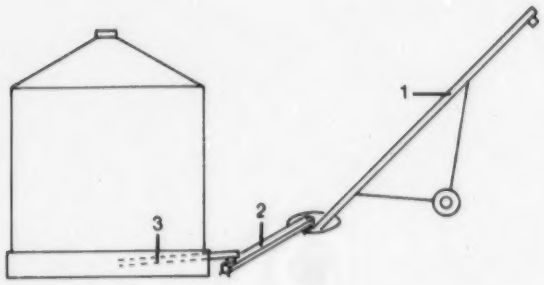


FIGURE 28 Sequencing

Electric controls

BIN LEVEL SWITCHES Bin level switches may be used for a variety of purposes, such as indicators when bins are full or empty or as controlling devices to start or stop conveyers.

SEQUENCING AND TIME DELAYS When several successive conveyors are used to move grain, they must be started and stopped in a given order.

The inclined auger (1) in Figure 28 should be started first, then the horizontal conveyor (2) and finally the underfloor auger (3). At shutdown, the sequence reverses.

This procedure prevents an accumulation of grain at transfer points during startup and shutdown. In addition, on shutdown it lets the conveyors empty, permitting easier startup.

Time-delay circuits may be necessary to allow sufficient time for one piece of equipment to reach operating speed before other equipment is started.

CHECKLIST IN PLANNING AND BUILDING A GRAIN SYSTEM

Take plenty of time and seek competent help in planning your system. Consult your local agricultural engineers, equipment and building suppliers and other farmers who have established a grain handling system.

It is easier and cheaper to do it properly the first time than to correct mistakes later.

Select a well-drained site with a low water table.

Get a soil test to be sure the soil will support heavy storage buildings and their contents.

Avoid locations where overhead power lines or trees will interfere with facilities.

Allow ample space for future expansion.

Locate the facility at least 45-60 m from the farm home to reduce effects of noise and dust.

Choose a site that can be seen from the farm home.

Provide good road access to the facility.

Contact the local electrical utility about electrical considerations.

Allow clearance for vehicles and movement of all handling equipment.

Consider snow accumulation.

Select conveying and conditioning equipment carefully, so that they have sufficient capacity and are coordinated.

PLAN BEFORE YOU BUILD OR BUY.

APPENDIX

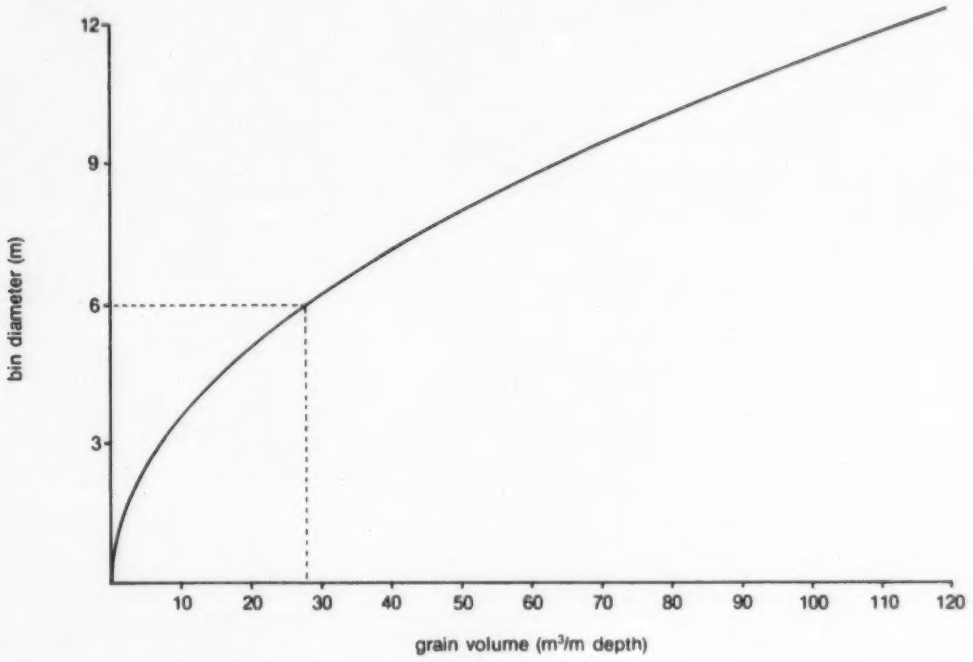


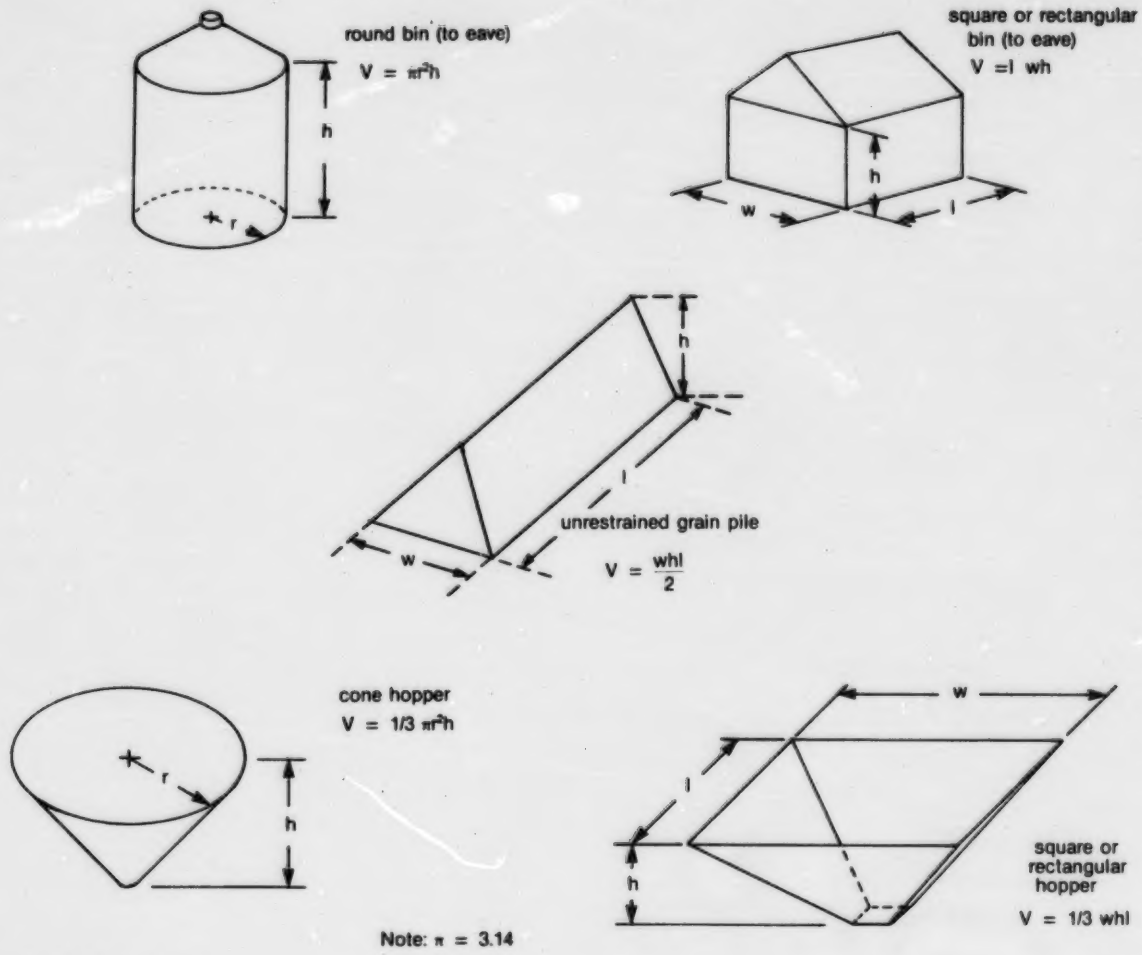
FIGURE A1 Bin capacity, not including area above eaves.
Example: a 6 m diameter filled to a depth of 3 m will have a grain volume of 3 x 28.3 = 84.9 m³

TABLE A1 ELECTRIC MOTOR AND GASOLINE ENGINE EQUIVALENCE

Gasoline engine size (kW)	0.4	0.5	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0	3.7	6.0
Equivalent electric motor size (kW)	0.2	0.25	0.4	0.5	0.75	1.1	1.5	2.25	3.5

TABLE A2 FACTORS THAT AFFECT GRAIN BREAKAGE

Handling technique	Variable	Corn	Soybeans	Wheat
Drop	Drop height	yes	yes	no
	Orifice size	yes	yes	no
	Impact surface	yes	yes	no
	Spout end	yes	yes	no
Thrower	Belt speed	yes	yes	no
	Thrower distance	yes	no	no
Bucket elevator	Belt speed	no	no	no
	Boot feeding	yes	no	no
	Bucket loading	yes	no	no
	Bucket style	no	no	no
	Grain moisture	yes	yes	yes
	Grain temperature	yes	yes	yes



Note: π = 3.14

FIGURE A2 Volumes

Barley, buckwheat:
100 kg/ha = 1.86 bu/ac
100 kg = 4.59 bu

Corn, flax, rye:
100 kg/ha = 1.59 bu/ac
100 kg = 3.94 bu

Oats:
100 kg/ha = 2.6 bu/ac
100 kg = 6.49 bu

Rapeseed, mustard:
100 kg/ha = 1.78 bu/ac
100 kg = 4.41 bu

Wheat, peas, beans, clover:
100 kg/ha = 1.49 bu/ac
100 kg = 3.67 bu

Approximate average bulk densities

Wheat, peas, beans, clover	770 kg/m³
Rye	730 kg/m³
Corn	700 kg/m³
Flaxseed	650 kg/m³
Rapeseed, mustard seed	640 kg/m³
Barley	620 kg/m³
Buckwheat	610 kg/m³
Oats	470 kg/m³
Sunflower seed	290 kg/m³

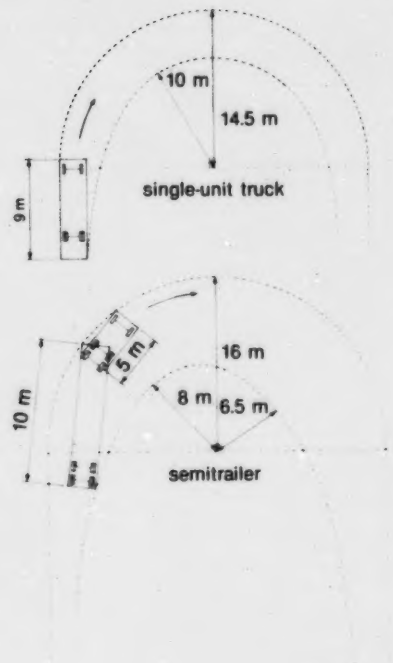


FIGURE A3 Minimum practical turning radii. These dimensions suit both A and B trains.

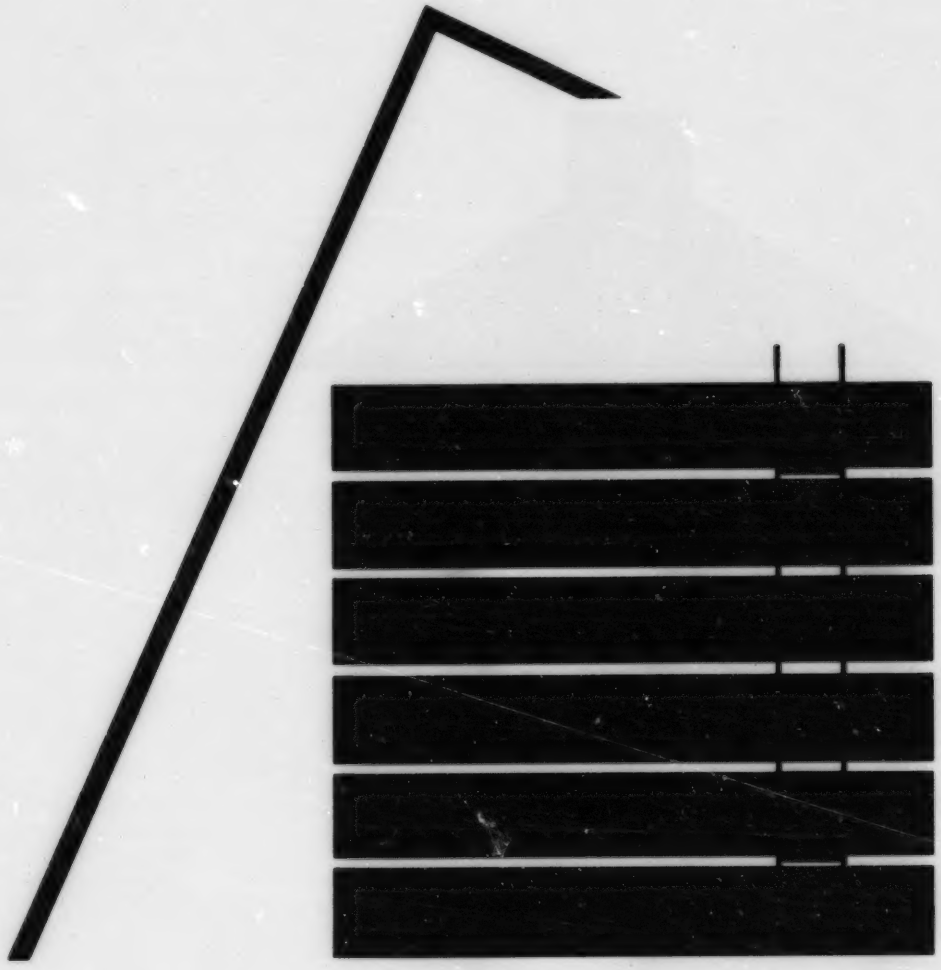
Converting the metric units in this publication into imperial measures

Length	millimetres (mm)	X 0.04	=	inches
	metres (m)	X 3.38	=	feet
Volume	cubic metres (m^3)	X 35.32	=	cubic feet
	cubic metres (m^3)	X 1.31	=	cubic yards
Mass	kilograms (kg)	X 2.21	=	pounds
Speed	metres/second (m/s)	X 2.24	=	miles per hour
Power	kilowats (kW)	X 1.34	=	horsepower

Manutention du grain à la ferme

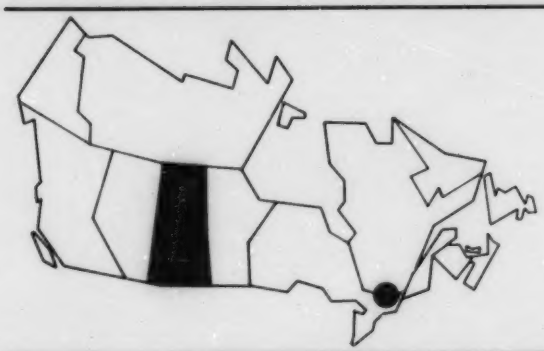
Agriculture Canada

Publication 1713F



Canada

PUBLICATION FÉDÉRALE-PROVINCIALE



CANADA — SASKATCHEWAN

MANUTENTION DU GRAIN À LA FERME

Paul D. Gebhardt, ingénieur professionnel
Services de génie rural
Direction de l'amélioration des exploitations familiales
Ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan
Regina (Saskatchewan)

PUBLICATION 1713F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1982
N° de cat. A53-1713/1982F ISBN: 0-662-91535-6
Impression 1982

Also available in English under the title
Grain handling on the farm

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 3

Conception générale 3
De quoi avez-vous besoin? 3
Espace d'entreposage 3
Emplacement 3
Agrandissement éventuel 3

Structures d'emmagasinage 3
Cellules en bois 3
Cellules métalliques 4
Fonds plats et en trémie 4

Fondations de l'entrepôt à grain 4

Appareils de manutention du grain 5
Vis transporteuse 5
Élévateur à godets 8
Dispositif gravitationnel 8
Dispositif pneumatique 10
Convoyeur à bande 10
Convoyeur à vis en auge 10
Convoyeur à raclettes 10

Fosse de déchargement 14

Distributeur de grain 14

Déchargement des cellules 14
Règles de sécurité dans la cellule 14

Organisation des installations 17
Schémas de montage 17

Matériel électrique 17
Moteurs électriques et convertisseurs de phases 17
Commandes électriques 21

Principes à observer durant la planification et la construction 21

Annexe 22

INTRODUCTION

L'objet de cette publication est d'aider les agriculteurs à concevoir et à choisir leur système de manutention du grain.

Si vous désirez plus de renseignements concernant certaines installations particulières ou de l'aide dans la planification de l'aménagement du matériel, veuillez communiquer avec le ministère de l'Agriculture de votre province afin d'obtenir le nom et l'adresse de l'ingénieur rural desservant votre région ou encore avec un conseiller en génie rural.

Adressez-vous également aux fournisseurs pour obtenir des renseignements sur certaines pièces de matériel et leur utilisation.

Enfin, on peut obtenir des ministères provinciaux de l'agriculture des schémas détaillés donnant des indications précises et les plans de diverses composantes.

CONCEPTION GÉNÉRALE

Les installations pour la manutention du grain ne doivent pas nécessairement être coûteuses et élaborées. En fait, la seule différence entre les bons et les mauvais systèmes réside souvent dans leur agencement. Un système d'emmagasinage et de manutention du grain est un investissement à long terme qui peut donner un bon service pendant nombre d'années s'il est bien conçu.

De quoi avez-vous besoin?

Avant de tracer des plans détaillés, dressez une liste des éléments qu'il vous faut. Un capital insuffisant peut retarder l'achat de certains d'entre eux, mais une bonne planification vous permettra de les incorporer plus tard.

Cette liste pourrait comprendre:

- un dispositif d'aération;
- un dispositif de séchage du grain;
- une fosse de déchargement en vrac;
- un élévateur à godets;
- des commandes automatiques;
- des cellules à trémies surélevées; et
- une balance.

Espace d'entreposage

Déterminez l'espace dont vous avez besoin; cela peut équivaloir à une récolte, plus 20 à 50 % des stocks de report. Tenez compte du nombre d'espèces que vous cultivez et des catégories que vous comptez obtenir pour chacune d'elles. Un producteur qui récolte une ou deux variétés peut utiliser des cellules moins nombreuses, mais plus grosses, tandis que celui qui en cultive plusieurs doit en avoir beaucoup, de moindres dimensions.

Emplacement

Situez les installations d'emmagasinage du grain de manière à y accéder facilement à travers champs et par la route. L'idéal est un endroit bien drainé où le niveau de la nappe aquifère est bas. S'il le faut, remblayez. L'endroit en question doit être éloigné de la maison (à cause du bruit et de la poussière et pour des raisons de sécurité), tout en restant visible.

Bâtissez là où peut se rendre l'électricité. Si vous avez l'intention d'installer une sécheuse à grains, assurez-vous de pouvoir vous servir d'un réseau électrique triphasé et d'avoir accès à une conduite de gaz naturel.

UTILISEZ DES CONDUITES ÉLECTRIQUES SOUTERRAINES PRÈS DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE ET DE MANUTENTION

Pour empêcher l'accumulation de la neige, bâtir dans un endroit naturellement abrité ou inclure un brise-vent dans les plans.

Agrandissement éventuel

Éventuellement, vous pourriez avoir besoin d'espace de stockage supplémentaire ou vouloir ajouter des dispositifs de séchage ou de transformation des aliments pour le bétail. Agencez l'installation de façon à pouvoir l'agrandir par étapes. Assurez-vous de réserver suffisamment de place.

STRUCTURES D'EMMAGASINAGE

Les cellules d'emmagasinage existent sous de nombreuses formes (figure 1). Elles peuvent être rectangulaires ou circulaires, à fond plat ou en trémie (soit au-dessus ou au-dessous du niveau du sol). La cellule circulaire est plus efficace que la rectangulaire et est plus facile à adapter au vidage mécanique.

Inutile d'avoir des cellules à fond en trémie si l'on procède à un seul remplissage et un seul vidage par année, car la dépense ne peut justifier un usage aussi limité.

Cellules en bois

Les cellules en bois peuvent être rectangulaires, circulaires ou en forme de toit en croupe. Elles demandent plus d'entretien et ne sont pas aussi résistantes au feu ni aux rongeurs que les charpentes en acier. Les insectes peuvent être difficiles à éliminer dans les nombreuses fissures qui se forment dans le bois.

Les cellules rectangulaires peuvent être soit à ossature de bois ou à claire-voie (crib). Le déchargement peut être partiellement mécanisé.

Les chevrons des entrepôts en croupe peuvent être arrondis et en bois lamellé-collé ou à pans brisés

Figure 1 Structures d'entreposage du grain

comme dans un toit français. On peut équiper ces constructions d'un déchargement mécanisé mais ce ne sera pas aussi pratique qu'avec un entrepôt circulaire. Toutefois, elles peuvent servir à remiser les machines lorsqu'elles ne servent pas à l'emmagasinage du grain.

À noter que les murs inclinés des cellules à pans brisés ont moins besoin d'être renforcés contre la pression du grain que les murs verticaux des autres constructions.

Cellules métalliques

Les entrepôts en acier galvanisé sont à l'épreuve du feu et des rongeurs et n'ont virtuellement pas besoin d'entretien. Les formes varient de la cellule circulaire familière aux constructions en voûte, en passant par les unités rectangulaires à murs droits ou inclinés. Ces dernières sont utilisées principalement à d'autres fins d'entreposage.

Les cellules circulaires sont les plus communes. Elles sont faciles à ériger, se présentent dans un large éventail de tailles et s'adaptent aux dispositifs mécanisés de déchargement, d'aération et de séchage. Cependant, elles doivent être bien ancrées au sol pour empêcher les dégâts causés par le vent et doivent être remplies et vidées par le centre pour empêcher l'écroulement des murs.

Les bâtiments métalliques en demi-cercle et sans charpente peuvent habituellement être remplis jusqu'en haut sans qu'il faille de barres ni de décharges pour supporter leurs murs latéraux recourbés vers l'intérieur, mais les murs de leurs extrémités, qui sont verticaux, ont besoin d'être soutenus. Dans les autres constructions métalliques, tous les murs doivent être soutenus, qu'ils soient inclinés ou droits. Avant de les utiliser pour l'emmagasinage du grain, informez-vous du contreventement nécessaire et des profondeurs maximales de grain auprès du fabricant. Enfin, on peut utiliser un déchargement mécanisé comme pour les bâtiments de bois en voûte.

Fonds plats et en trémie

On utilise surtout les fonds en trémie lorsqu'il faut remplir et vider les cellules fréquemment, comme dans le cas des cellules où est entreposé le grain humide pour le séchage. Utilisées ainsi, leur coût supplémentaire se justifie. Sinon, la cellule circulaire habituelle, dotée d'une vis de déchargement souterraine et d'une vis balayeuse fera l'affaire efficacement et économiquement pour un entreposage à long terme.

Les cellules à fond en trémie peuvent être au-dessus ou au-dessous du niveau du sol. Si la nappe aquifère est élevée, il faudra que la cellule soit au-dessus du niveau du sol (figure 2). Elle sera alors habituellement en métal, bien qu'une construction en bois soit possible.

FONDATIONS DE L'ENTREPÔT À GRAINS

Les fondations sont la partie d'un bâtiment qui transmet le poids du contenu au sol sous-jacent, de préférence sans soulèvement ni affaissement excessifs. Cependant, dans le cas des entrepôts à grain, les fondations doivent comprendre des conduites ou une trémie pour faciliter le déchargement et des tuyaux pour le dispositif de conditionnement du grain.

On peut obtenir des plans détaillés pour les fondations circulaires incorporant différents types de canalisation et de vis souterraines en s'adressant à

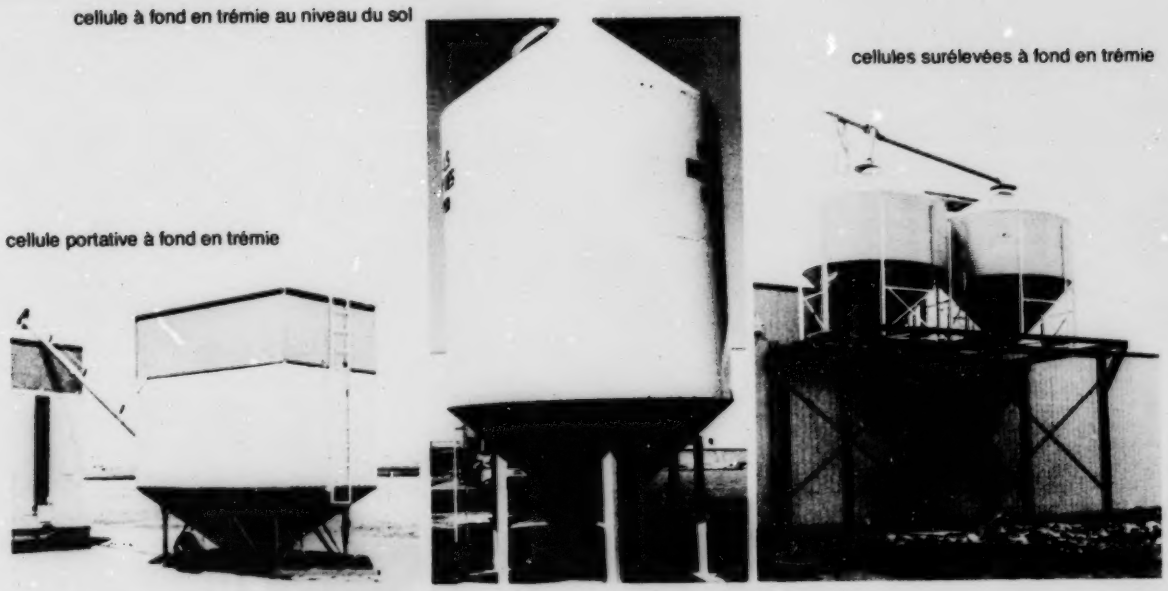


Figure 2 Structures d'entreposage à fonds en trémie

l'ingénieur rural de sa région. Avant de dresser des cellules métalliques circulaires dont la hauteur de l'avant- toit est supérieure à 4 mètres, ou encore lorsque les conditions du sol sont douteuses, il est recommandé de faire analyser le sol.

Les types de fondation sont montrés aux figures 3 à 8.

APPAREILS DE MANUTENTION DU GRAIN

Un appareil de manutention efficace pour entrer et sortir le grain de l'entrepôt est indispensable. Sa capacité doit être suffisante pour maintenir la vitesse du moissonnage. Le type de matériel dépendra du nombre de déplacements du grain. Par exemple, une vis portative suffit habituellement pour entrer et sortir le grain une seule fois. Cependant, si vous déplacez le grain deux ou trois fois ou manutentionner d'énormes quantités, pensez à l'élévateur à godets.

Vis transporteuse

La vis transporteuse peut fonctionner à n'importe quel angle, de l'horizontale à la verticale (figure 9). Selon l'endroit et le mode d'utilisation, elle peut être actionnée par un moteur à combustion interne, un moteur électrique ou par la prise de force d'un tracteur. Voici d'importants facteurs à prendre en considération:

La capacité de la vis diminue avec l'angle d'élévation (de 0 ° à 90 °).

La puissance nécessaire augmente avec l'angle d'élévation jusqu'à 45 °, puis diminue à mesure qu'il approche 90 °.

La capacité de la vis et les besoins énergétiques augmentent avec la vitesse (jusqu'à un certain niveau). En pratique, les limites maximales sont de 800 tr/mn pour une vis de 150 mm, de 600 tr/mn pour 200 mm et de 400 tr/mn pour 250 mm.

L'étalement du grain à transporter influe sur la capacité. La longueur d'étalement normal est de 2 à 3 fois le diamètre de la vis.

La capacité et la puissance nécessaires par unité de longueur est constante quelle que soit la longueur totale de la vis. Celle-ci est limitée par la force de torsion de l'arbre et de l'embrayage de la vis.

La capacité de la vis diminue et les besoins en énergie augmentent avec l'élévation de la teneur en eau du grain. Par exemple, si cette dernière passe de 14 % à 25 %, la capacité de la vis sera réduite de moitié et les besoins en énergie augmenteront d'environ 2 à 3 fois.

L'utilisation de la vis verticale est limitée aux levages bas et aux faibles volumes.

On peut se reporter à la figure 10 pour déterminer la longueur de vis nécessaire pour atteindre une cellule d'entreposage. Par exemple, pour atteindre une cellule d'une hauteur de 6 m, éloignée de 12,5 mètres, il faudra une vis de 13,8 à 14 m de longueur. L'angle d'inclinaison de la vis sera inférieur à 30 °.

Le tableau 1 donne la capacité et les besoins énergétiques moyens pour une vis à grain. Bien entendu, ces chiffres sont approximatifs, car le rendement de la vis dépend de nombreux facteurs, comme du type de grain, de sa teneur en eau, de la longueur d'étalement et, entre autres, de sa fabrication.

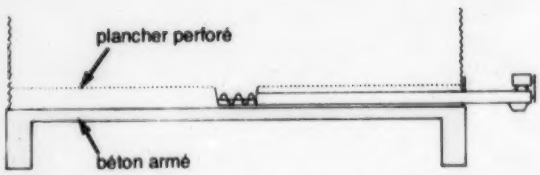


Figure 3 Fondations simples d'un entrepôt circulaire sans dispositif de déchargement mécanisé ou demandant un plancher complètement perforé.

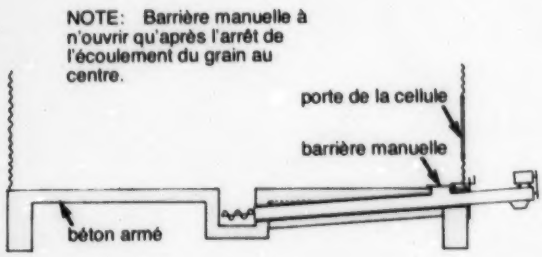

NOTE: Barrière manuelle à n'ouvrir qu'après l'arrêt de l'écoulement du grain au centre.
porte de la cellule
barrière manuelle
béton armé

Figure 4 Fondations en béton pour entrepôt circulaire doté d'un cylindre et d'un puits creusé; le dégorgeoir de la vis souterraine doit être assez haut pour fournir suffisamment d'espace libre au prochain dispositif de transport.

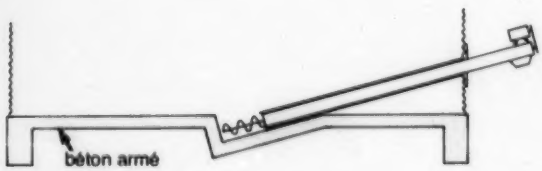


Figure 5 Fondations en béton pour entrepôt circulaire doté d'une vis inclinée à déchargement central

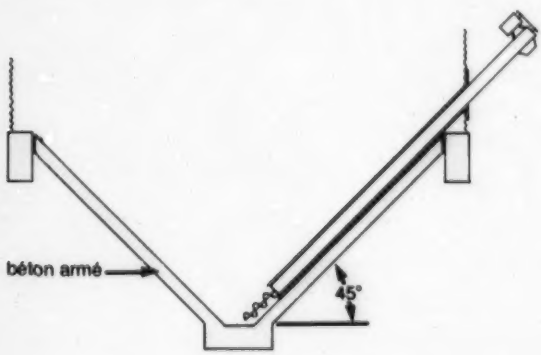
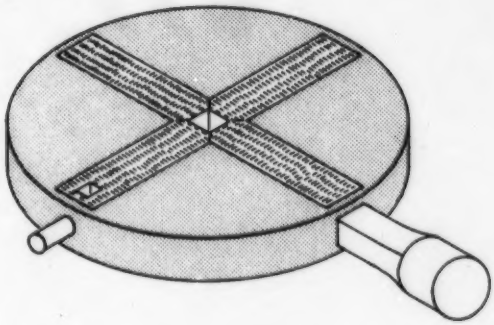


Figure 6 Fondations en béton pour entrepôt circulaire à fond en trémie; impossible à utiliser lorsque le niveau phréatique est élevé.



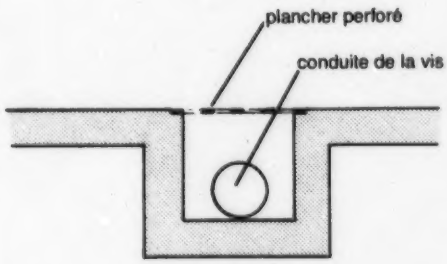


Figure 7 Fondations en béton pour entrepôt circulaire à canalisations d'aération à ras du sol, permettant l'installation d'une vis de déchargement à l'intérieur d'une de ces canalisations; différents schémas d'aménagement des canalisations sont possibles selon les besoins individuels.

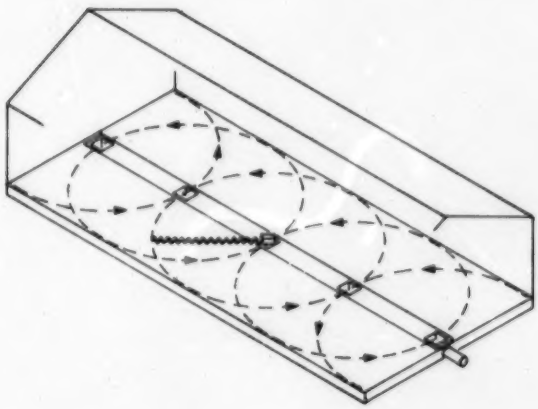


Figure 8 Fondations en béton pour entrepôt rectangulaire avec canalisations à ras du sol ou cylindres et puits creusés.

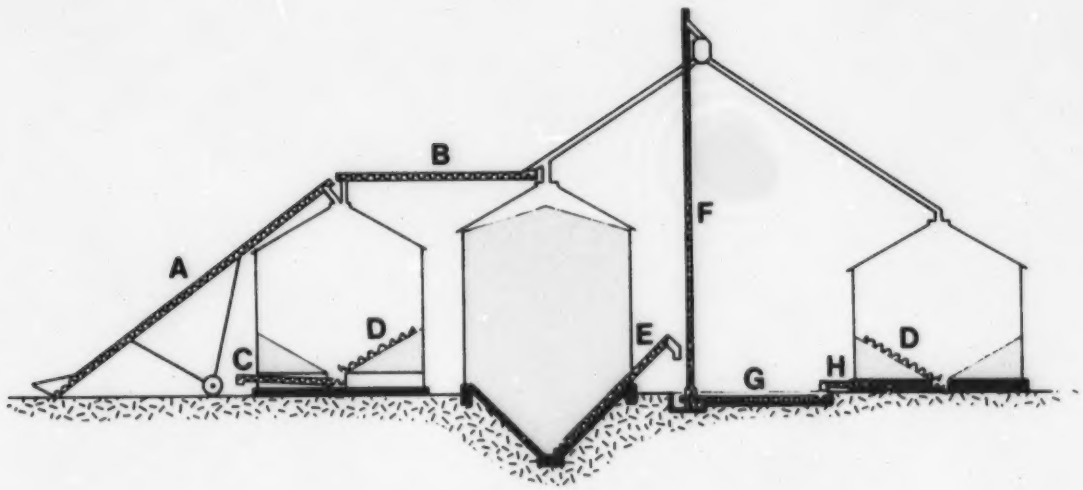


Figure 9 Emplois de la vis
A Vis portative
B Vis aérienne horizontale
C Vis de déchargement dans la chambre de répartition de la cellule de séchage
D Vis à balayage
E Vis de déchargement pour cellule à fond en trémie
F Vis verticale
G Vis de vidage souterraine
H Vis de déchargement dans les fondations

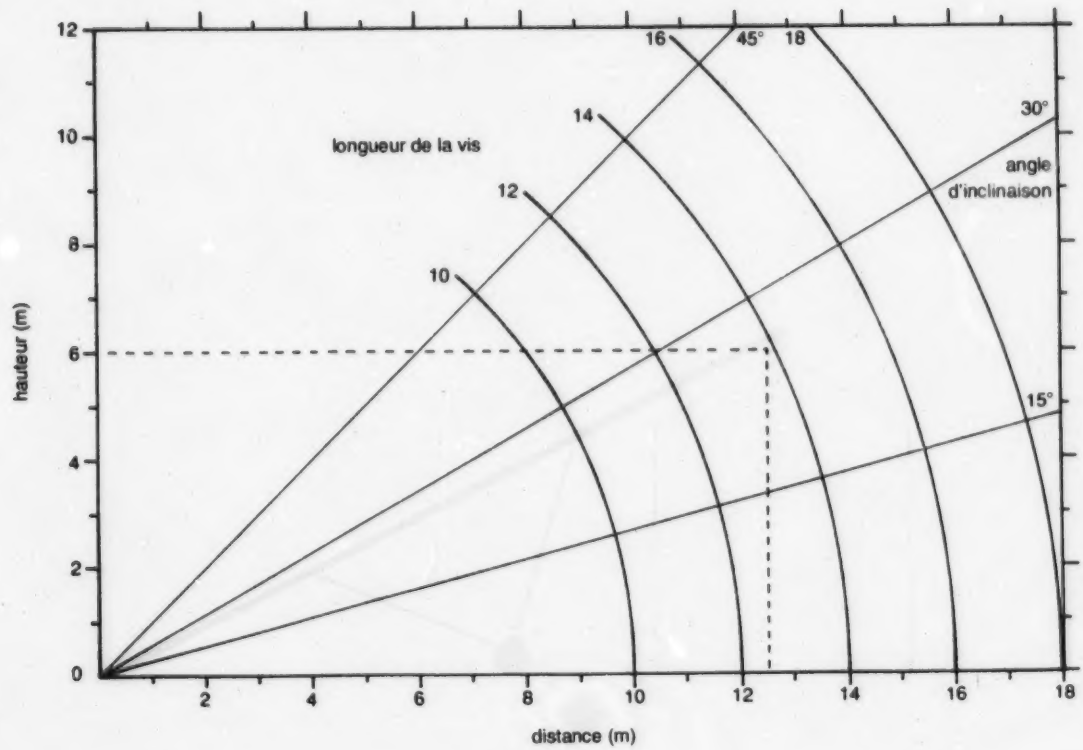


Figure 10 Vis transporteuse de grain — hauteur, distance, longueur, angle

TABLEAU 1 BESOINS ÉNERGÉTIQUES (W/m) ET CAPACITÉS MAXIMALES (m^3/h) D'UNE VIS À GRAIN

Vis		Angle d'inclinaison de la vis									
Dia.		0 °		30 °		45 °		60 °		90 °	
(mm)	r/min	cap.	puiss.	cap.	puiss.	cap.	puiss.	cap.	puiss.	cap.	puiss.
	300	30	170	30	220	25	220	20	200	10	125
150	400	40	220	35	300	30	300	30	250	15	170
	600	55	330	50	450	40	450	40	400	20	250
	800	60	490	60	575	45	575	45	520	25	330
	300	80	420	65	515	55	515	45	490	30	350
200	400	100	540	80	685	70	685	55	635	40	400
	500	120	660	100	860	80	860	65	800	50	600
	600	130	800	120	1030	90	1030	75	1000	55	650
	300	170	760	130	1000	110	1000	80	950	60	650
250	400	200	1000	150	1300	130	1300	110	1200	75	800
	200	235	855	195	1200	160	1200	125	1075	80	660
300	300	305	1275	255	1750	220	1750	170	1665	110	980

Élévateur à godets

L'élévateur à godets est le moyen le plus efficace de déplacer le grain verticalement (figure 11). Comme la taille des godets, leur forme et l'espacement sont variables, il faut consulter le fabricant pour connaître le mode d'utilisation et les caractéristiques des différents modèles d'élévateurs. Pour une capacité maximale, la tête de l'élévateur et les poulies de la gaine doivent être à peu près de même dimension.

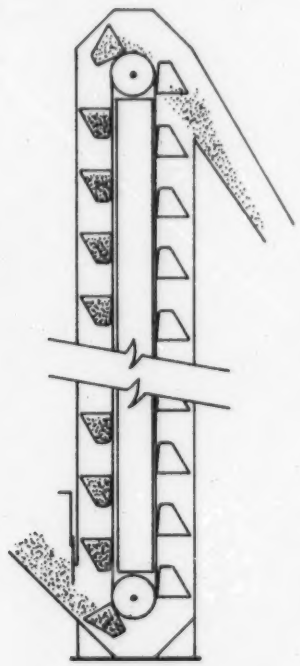


Figure 11 Élévateur à godets à déchargement centrifuge

Un élévateur à godets est généralement plus cher qu'une vis inclinée. Cependant, il a une plus grande efficacité mécanique et demande moins d'entretien. Selon l'usage qu'on en fait, ces facteurs peuvent compenser son coût initial élevé.

Normalement, il faut avoir à transporter de 1000 à 1400 tonnes de grain par année pour qu'un système d'élévateur à godets s'avère pratique. Ce seuil peut être inférieur si le système comprend du matériel de conditionnement du grain, de nettoyage ou de transformation des aliments du bétail.

Le tableau 2 donne la consommation type en énergie pour différentes hauteurs et capacités d'élévateurs à godets.

Reportez-vous à la figure 12 pour déterminer de quelle longueur doivent être la goulotte et la gaine pour donner la pente de déchargement désirée. Supposons par exemple que vous désirez placer une cellule d'entreposage de grains humides à 15 m de la gaine. La hauteur de la cellule est de 6 m et la pente minimale, de 37 °. D'après la figure 12, la longueur de la gaine devrait être de 18 m et celle de la goulotte, de 19 m.

Dispositif gravitationnel

Il est question d'écoulement par gravité lorsque le produit se déplace sans l'aide de moyens mécaniques ou pneumatiques. Les figures 13 et 14 montrent l'inclinaison recommandée pour le plancher et les goulottes afin d'assurer l'écoulement par gravité de divers produits.

La capacité de la goulotte dépend de sa taille et de son inclinaison ainsi que du nombre de coudes ou de changements de direction. Le tableau 3 donne la taille de la goulotte pour différentes capacités. Pour maximiser la durée de vie de la goulotte et sa capacité, faites-la aussi droite que possible.

TABLEAU 2 CONSOMMATION EN ÉNERGIE (1) D'UN ÉLÉVATEUR À GODETS

Capacité	Élévation (m)						
(m^3/h)	12	15	18	21	24	27	30
21	1,1	1,1	1,5	1,5	2,2	2,2	2,2
37	1,5	2,2	2,2	3,7	3,7	3,7	3,7
57	2,2	2,2	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
73	2,2	3,7	3,7	3,7	5,6	5,6	5,6
90	3,7	3,7	5,6	5,6	5,6	7,5	7,5
103	3,7	3,7	5,6	5,6	7,5	7,5	7,5
126	5,6	5,6	7,5	7,5	11,2	11,2	11,2

[1]Données en kW d'après les recommandations du fabricant

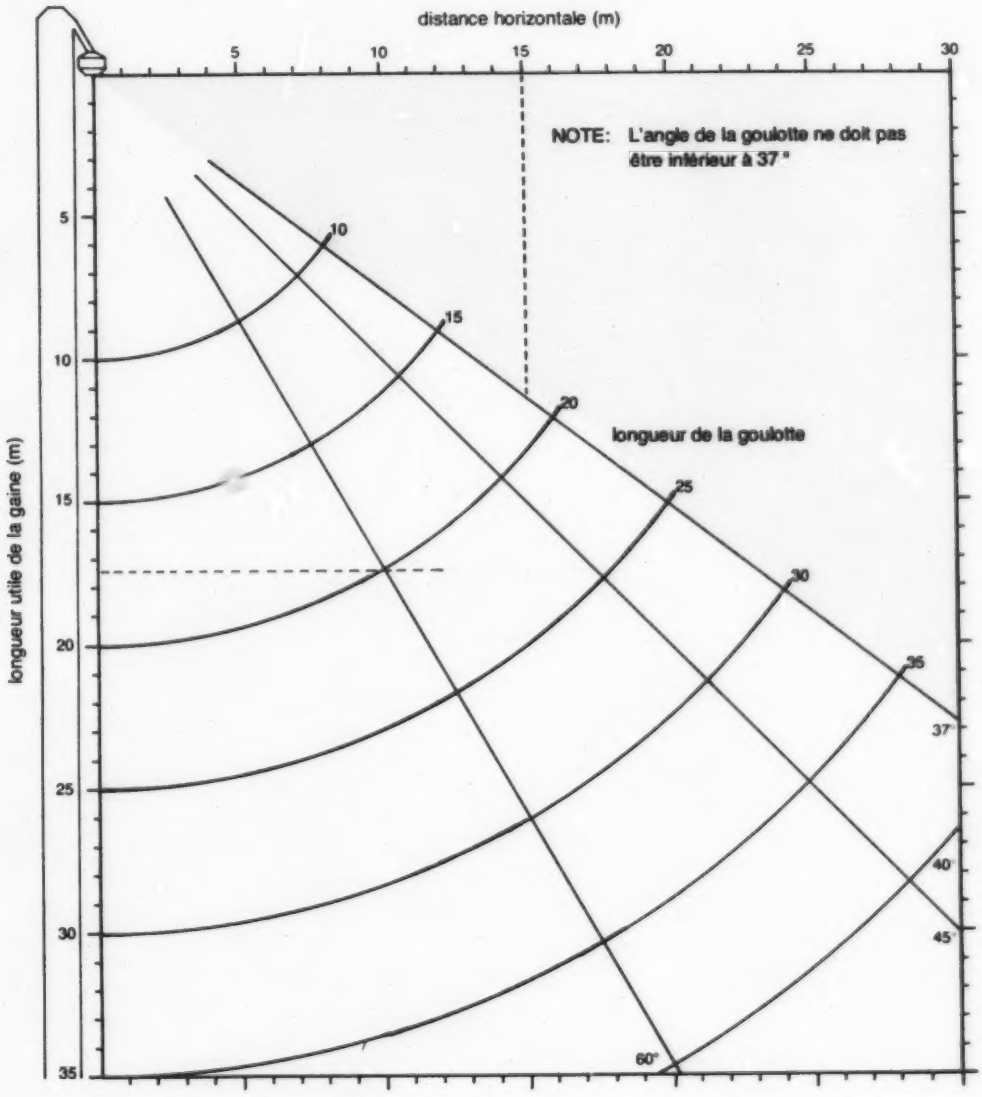


Figure 12 Longueur utile de la gaine et angle de la goulotte

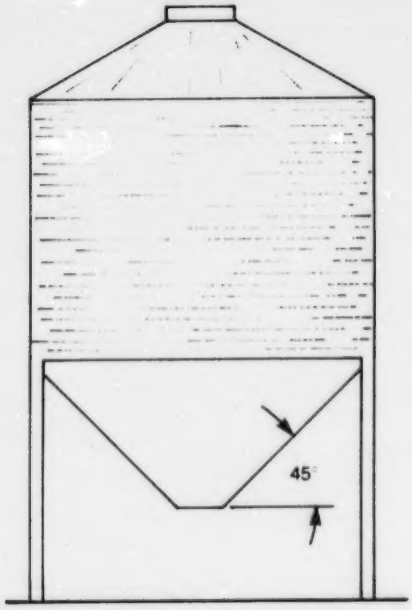


Figure 13 Inclinaison du plancher nécessaire pour l'écoulement par gravité

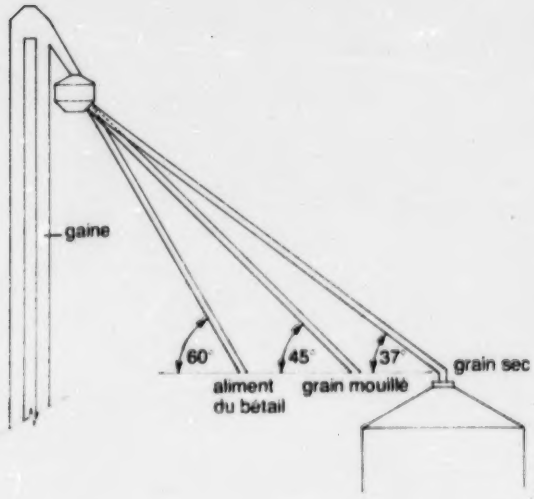


Figure 14 Inclinaison de la goulotte nécessaire pour l'écoulement par gravité

Dispositif pneumatique

Un dispositif pneumatique déplace le produit dans un courant d'air à l'intérieur d'une conduite. Ce genre d'installation est relativement nouveau à la ferme. Ce dispositif est simple et se compose d'un moteur (électrique ou à combustion interne), d'un système de ventilation, de canalisations, d'un cyclone et d'un injecteur avec clapet à air. Ces installations ne se limitent pas non plus à un écoulement rectiligne. Cependant, leur consommation énergétique est élevée (environ 10 fois plus que celle d'une vis à 25 °). Le dispositif qu'on utilise le plus souvent à la ferme est du modèle montré à la figure 15.

Au tableau 4, on compare un dispositif pneumatique type à une vis transporteuse.

Convoyeur à bande

Le convoyeur à bande est une courroie sans fin qui tourne autour de deux poulies comme le montre la figure 16. Il est efficace et excellent pour transporter le grain à l'horizontale, notamment celui qui a tendance à se fendre ou à s'endommager facilement. Le coût initial est élevé, mais cet inconvénient peut être compensé par des besoins énergétiques et des coûts d'entretien minimes.

Des trois types de convoyeurs à bande présentés à la figure 17, la courroie en auget est préférable pour le grain. Comme le plateau coulissant avec gouttières entraîne une plus grande friction et une usure plus rapide; la longueur de la bande s'en trouve limitée à 30 m et sa vitesse est inférieure à celle des bandes en auget comparables. Quant à la bande plate, elle ne saurait être recommandée pour le grain puisque celui-ci n'est pas retenu et peut tomber de chaque côté. Voir au tableau 5 les capacités types.

Convoyeur à vis en auge

Le convoyeur à vis en auge sert principalement au transport horizontal du grain. Des paliers, situés entre les sections de la vis, maintiennent celle-ci légèrement au-dessus du fond de l'auge. Cela en réduit l'usure et, comparativement à la vis horizontale, la consommation d'énergie. La capacité et les besoins énergétiques types sont donnés au tableau 6.

Convoyeur à raclettes

Le transporteur à raclettes (figure 18) consiste en une série de palettes attachées à une chaîne sans fin se déplaçant dans une auge stationnaire. Il sert

TABLEAU 3 TAILLE REQUISE POUR LES GOULOTTES

Capacité	Inclinaison de la goulotte	Taille minimale de goulotte
25-50 m³/h	37 °	150 mm de diam. ou 150 mm de côté
50-70 m³/h	37 °	200 mm de diam. ou 180 mm de côté
70-90 m³/H	37 °	250 mm de diam. ou 225 mm de côté

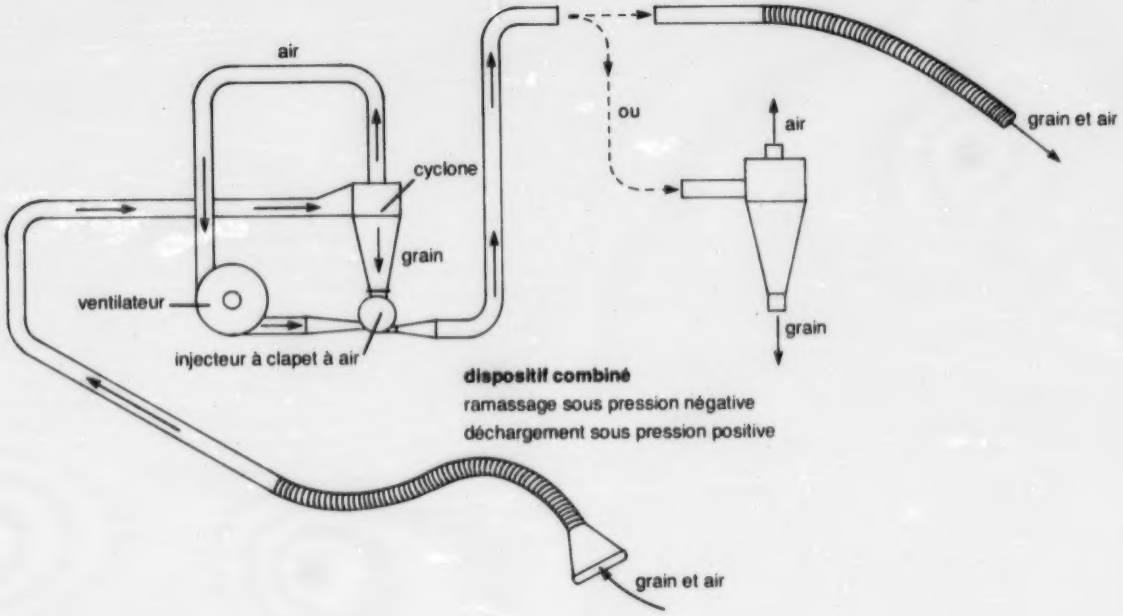


Figure 15 Dispositif pneumatique

TABLEAU 4 COMPARAISON: DISPOSITIF PNEUMATIQUE ET VIS INCLINÉE

	Taux de conversion maximal		Capacités spécifiques	
Type de Disp. grain	pneum[1] (t/h)	Vis[2] (t/h)	Disp. pneum (t/kWh)	Vis (t/kWh)
Blé	27,7	41,5	0,68	8,27
Orge	26,7	30,8	0,65	7,34
Avoine	36,9	24,1	0,79	7,07

[1] Élévation verticale de 3,2 m
[2] Élévation verticale de 3,9 m; longueur de la vis de 9,7

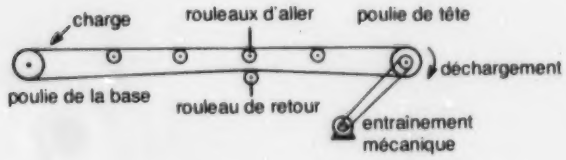


Figure 16 Transporteur à bande

principalement à transporter le grain à l'horizontale ou à une faible inclinaison. Dans ce dernier cas, sa capacité diminue selon l'angle et le produit transporté.

Le transporteur à raclettes est moins efficace que le convoyeur à bande et plus efficace que la vis horizontale. Son principal avantage est sa facilité de nettoyage. Les capacités et les puissances nécessaires sont données au tableau 7.

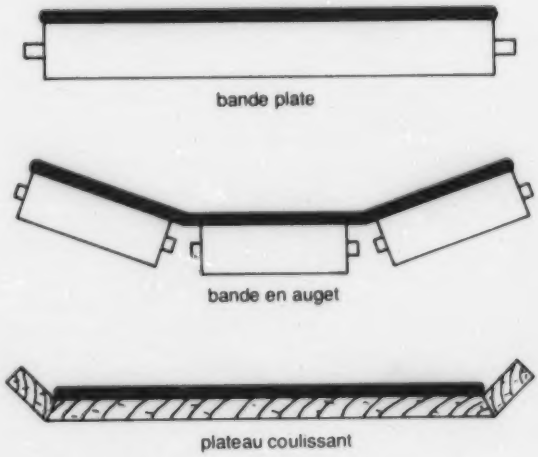


Figure 17 Types de transporteurs à bande

TABLEAU 5 CARACTÉRISTIQUES D'UN CONVOYEUR À BANDE DURANT LE DÉPLACEMENT DU GRAIN

Largeur (mm)	Vitesse de la bande (m/s)	Capacité (m^3/h pour une vitesse de la bande de 1 m/s) 20 ° en auget	30 ° en auget[1]	Besoins énergétiques moyens (kw) [2]
350	2,0	18,7	—	1,1
400	2,3	28,1	—	1,2
450	2,3	38,5	50,2	1,7
500	2,5	49,3	—	2,0
600	3,0	75,3	105,9	2,8
700	3,5	126,0	178,4	4,3
800	4,0	186,7	262,0	8,1

[1] avec des rouleaux de même longueur.
[2] à capacité maximale pour un convoyeur en auget de 20 ° et à une distance horizontale de 40 m, en tenant compte d'une perte de transmission de 600 W

TABLEAU 6 BESOINS ÉNERGÉTIQUES D'UNE VIS EN AUGE (kW)

Longueur (m)	150 mm		200 mm		250 mm	
	17 m^3/h	35m^3/h	42m^3/h	63m^3/h	70m^3/h	105m^3/h
	200 r/m	300 r/m	200 r/m	300 r/h	200 r/h	300 r/h
3	0,75	0,75	0,75	0,75	1,1	1,5
7	0,75	1,1	1,1	1,5	1,5	2,2
12	1,1	2,2	1,5	2,2	2,2	3,7
17	1,1	2,2	2,2	3,7	3,7	5,6
24	1,5	2,2	3,7	5,6	5,6	7,5
30	2,2	3,7	3,7	5,6	7,5	11,2
36	2,2	3,7	5,6	7,5	7,5	11,2

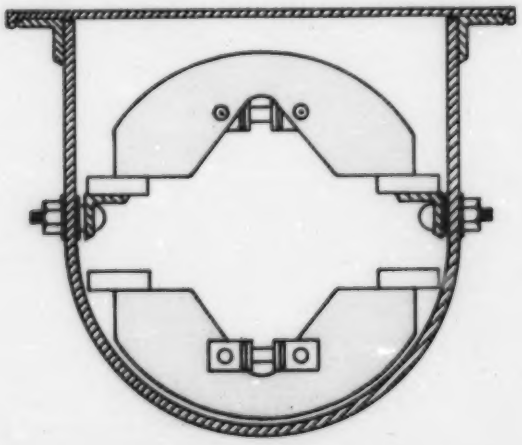


Figure 18 Section transversale d'un transporteur à raclettes type

TABLEAU 7 CAPACITÉ ET BESOINS ÉNERGÉTIQUES TYPES D'UN CONVOYEUR À RACLETTES DURANT LE DÉPLACEMENT DU GRAIN

Taille (mm)	Capacité (m^3/h)			Besoins énergétiques (W/m)		
	30 m/min	38 m/min	45 m/min	30 m/min	38 m/min	45 m/min
150	23	28	34	52	65	78
203	46	58	103	105	132	160
300	78	97	117	180	225	268
360	104	130	156	238	300	360

TABLEAU 8 COMPARAISON DES APPAREILS DE MANUTENTION

Type	Capacité	Besoins énergétiques	Coûts	Avantages	Inconvénients
Vis	Moyenne	Faibles à moyens	Faibles à moyens	— Portative Large gamme disponible	— Usure moyenne élevée Sections de longueur limitée
Vis en auge	Moyenne	Faibles à moyens	Faibles à moyens	— Coût Entretien réduit (en comparaison de la vis d'élévation horizontale) Composantes facilement accessibles	— N'est pas auto-nettoyable Se limite à de faibles angles d'élévation
Convoyeur à raclettes	Moyenne	Faibles	Moyens	— Peut-être auto-nettoyable S'utilise pour de longues distances	— Facteurs d'usure Coût
Convoyeur à bandes	Élevée	Faibles	Élevés	— Besoins énergétiques faibles S'utilise pour de longues distances Entretien faible Auto-nettoyable	— Coût Se limite à de très faibles angles d'élévation
Élévateur à godets	Moyenne à élevée	Faibles	Élevés	— Entretien minime Besoins énergétiques faibles Fortes capacités pour l'élévation verticale	— Marge de vitesse limitée Érection Coût
Dispositif pneumatique	Variable	Élevés	Moyens à élevés	— Entretien minime Auto-nettoyable	— Besoins énergétiques élevés Coût

FOSSE DE DÉCHARGEMENT

Les fosses de déchargement ou de réception utilisées dépendront de l'ensemble du système de manutention. Les figures 19 et 20 illustrent certains des types communément utilisés.

DISTRIBUTEURS DE GRAIN

On doit utiliser des distributeurs à grain mécaniques pour remplir des cellules de grand diamètre. Ils ont pour fonction d'étaler et de répartir uniformément le grain et autres produits qui y sont mêlés. Cela est particulièrement important durant l'aération ou le séchage, car ils permettent une meilleure circulation d'air à travers la masse de grain. Certains modèles communs sont illustrés à la figure 21.

DÉCHARGEMENT DES CELLULES

Le type de structures et de fondations de l'entrepôt déterminera dans quelle mesure on peut pratiquer un vidage mécanisé. Un entrepôt rectangulaire plat, par exemple, nécessitera plus de travail qu'une structure circulaire plate.

Les cellules à fond en trémie peuvent se vider complètement par gravité, demandant ainsi un minimum de travail.

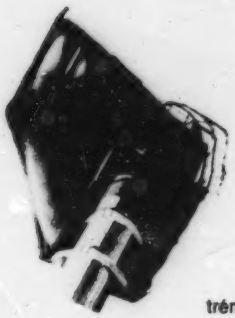
Diverses fondations sont illustrées aux figures 3 à 8. Une conduite pour la vis et un puit encastrés dans les fondations, combinés à une vis souterraine et à une vis balayeuse réduiront le travail au moment du vidage.

Il existe plusieurs types de vis balayeuses (figure 22). Le modèle courant se déplace habituellement d'une cellule à l'autre. Le modèle de luxe demeure dans une cellule et n'est mis en action (manuellement, de l'extérieur de la cellule) qu'après l'arrêt du flot gravitationnel. Un seul moteur suffit pour actionner la vis souterraine ou la vis balayeuse de luxe alors qu'il en faut 2 pour le modèle courant.

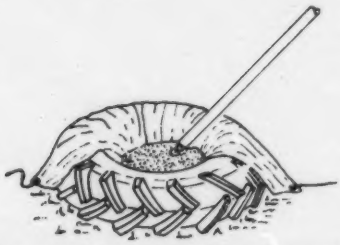
Règles de sécurité dans la cellule

Un des risques associés à la manutention du grain est la suffocation. Quiconque entre dans une cellule quand la déchargeuse est en marche ou lorsqu'il se forme une arche à la surface du tas peut s'enfoncer dans le grain et y rester emprisonné.

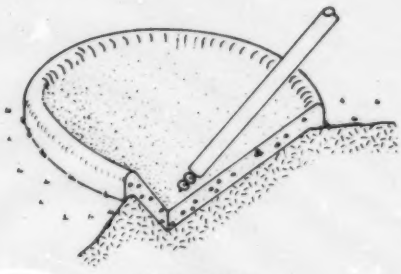
Un homme de taille moyenne occupe un espace d'environ 0,2 m^3. Or, il faut environ 20 secondes à une vis transporteuse de 150 mm pour créer un espace de cette dimension. En 5 secondes approximativement, l'homme est emprisonné et quelques secondes plus tard, il est submergé, puis . . . c'est la suffocation. Plus la vis est grosse, plus ce temps est court.



trémie flexible



pneu de tracteur (ou pneu de camion) et grosse toile

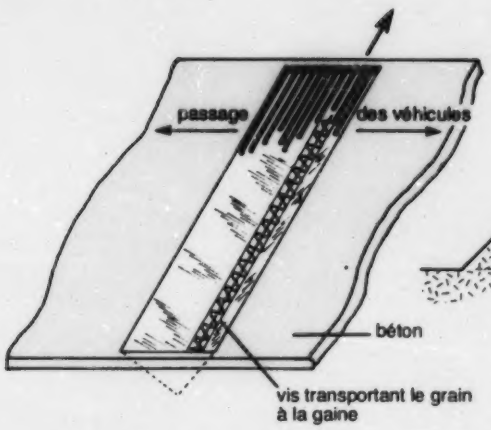


trémie en béton

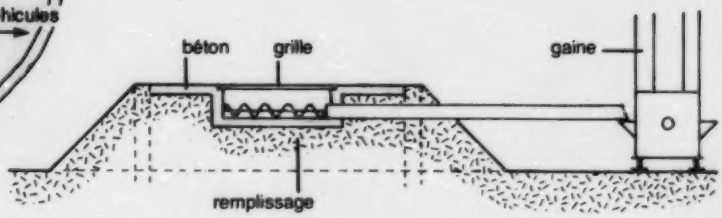
trémie basculante avec vis

vis portative placée dans une trémie souterraine

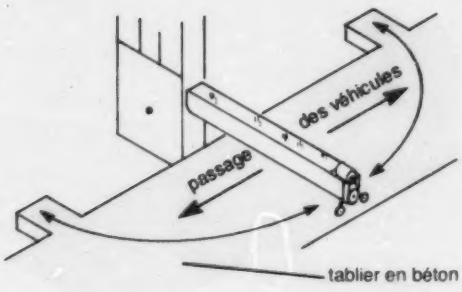
Figure 19 Types de fosses de déchargement ou de réception pour vis à grain



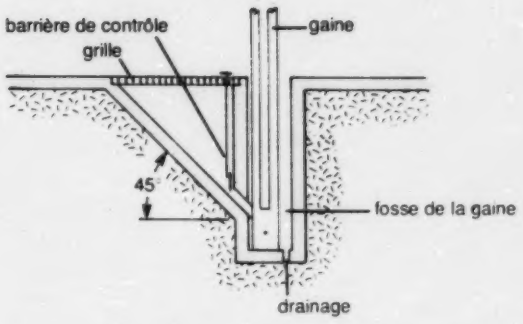
tablier en béton avec vis transversale dans une fosse peu profonde



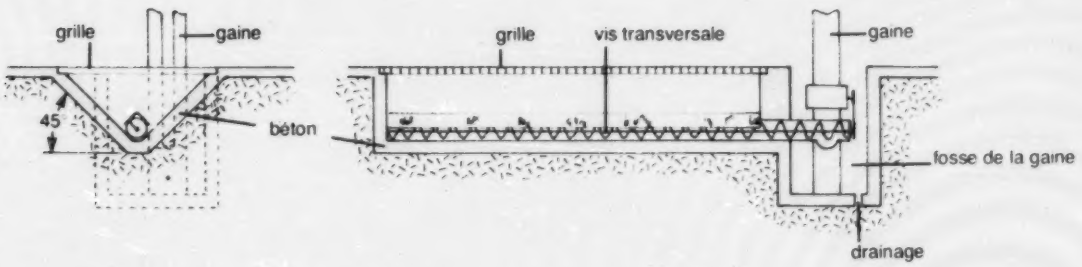
fosse de déchargement surélevée avec vis horizontale jusqu'à la gaine



gaine avec trémie oscillante

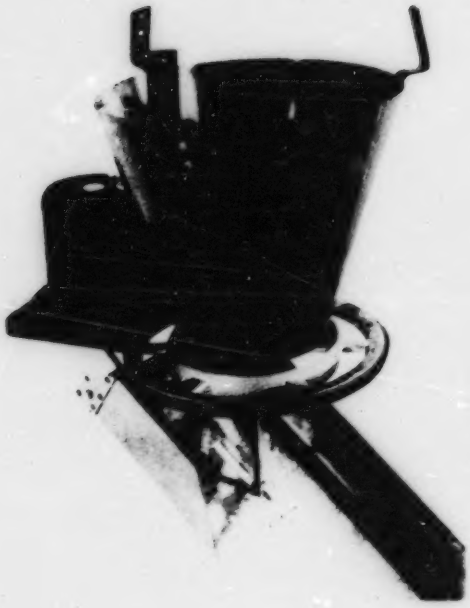


fosse de déchargement par gravité — pour endroits à faible niveau phréatique seulement



fosse de déchargement de la vis

Figure 20 Fosses de déchargement ou de réception de la gaine



type à bac basculant
à commande électrique
cellules de 5 à 11 m

à commande électrique
cellules de 5 à 11 m

distributeur par gravité
cellules de 7 m
au maximum

distributeur par gravité
cellules de 18 m au maximum

Figure 21 Types habituels de distributeurs à grain

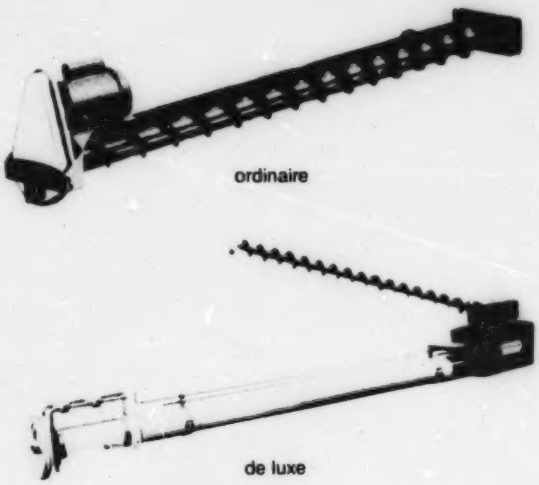


Figure 22 Vis balayeuses ordinaire et de luxe

Durant le vidage des cellules, suivez ces mesures de sécurité:

Si le grain forme une arche, éteignez la déchargeuse et utilisez un tuyau ou une perche pour briser l'arche.

Si vous devez entrer dans une cellule, débranchez la source d'énergie de la déchargeuse, veillez à ce que personne ne la rebranche tandis que vous êtes à l'intérieur. Utilisez en plus une corde de sécurité.

Portez un masque filtrant pour enlever la fine poussière de grain et les spores de champignons produites par le moisissement du grain.

ORGANISATION DES INSTALLATIONS

Une fois que vous avez choisi l'emplacement, déterminé la quantité de grain à manutentionner et à entreposer, évalué les installations préexistantes et envisagé un agrandissement éventuel, faites le plan des installations sur papier. Tenez compte des principes suivants pour en déterminer la taille et la disposition:

Si le matériel utilisé est portatif, il faut réduire les déplacements au minimum.

La capacité du matériel de manutention doit dépasser celle qu'exigerait le rythme de récote prévu.

Le grain mouillé réduit énormément la capacité des vis transporteuses, mais a peu d'effet sur le fonctionnement de l'élévateur à godets.

Choisir la taille du transporteur automatique en ayant en vue les agrandissements futurs.

Penser au conditionnement à faire subir au grain.

Établir un plan général qui ne nécessite pas de modifications majeures ou ne devienne pas désuet si la capacité d'entreposage est accrue.

Agencer les éléments du convoyeur entre eux. Chaque élément du dispositif doit avoir une capacité de 10 % supérieure à celle de l'élément qui le précède afin de prévenir l'engorgement.

Prévoyez suffisamment d'espace pour la manoeuvre des camions à grain (voir annexe, figure A2).

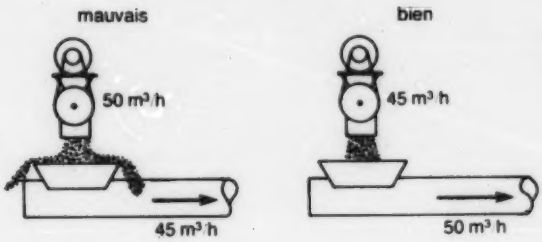


Figure 23 Choix d'un convoyeur

Schémas de montage

Les schémas de montage (figures 24 et 25) expliquent comment on peut concevoir une installation en tenant compte des possibilités d'agrandissement éventuelles. Souvenez-vous que ce n'est là qu'un modèle; le dispositif convenant à votre exploitation sera différent. On peut se procurer divers schémas d'aménagement en s'adressant aux fournisseurs de matériel, aux ingénieurs conseils et à Agriculture Canada.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Moteurs électriques et convertisseurs de phases

Les moteurs électriques triphasés sont plus efficaces et plus économiques que les moteurs monophasés (tableau 9), mais il peut arriver qu'il n'y ait pas de courant triphasé près des installations de manutention et d'entreposage du grain.

Heureusement, les convertisseurs de phases permettent aux moteurs triphasés de fonctionner sur les lignes monophasées. Il en existe deux types: statique et rotatif.

Le convertisseur statique est utilisé surtout pour les dispositifs à un ou deux moteurs. Il est alors équilibré ou ajusté selon la charge à manoeuvrer. Il est impossible d'ajouter des moteurs supplémentaires au dispositif une fois le convertisseur équilibré.

Le convertisseur rotatif s'utilise avec des dispositifs comportant plusieurs moteurs ou faisant appel par

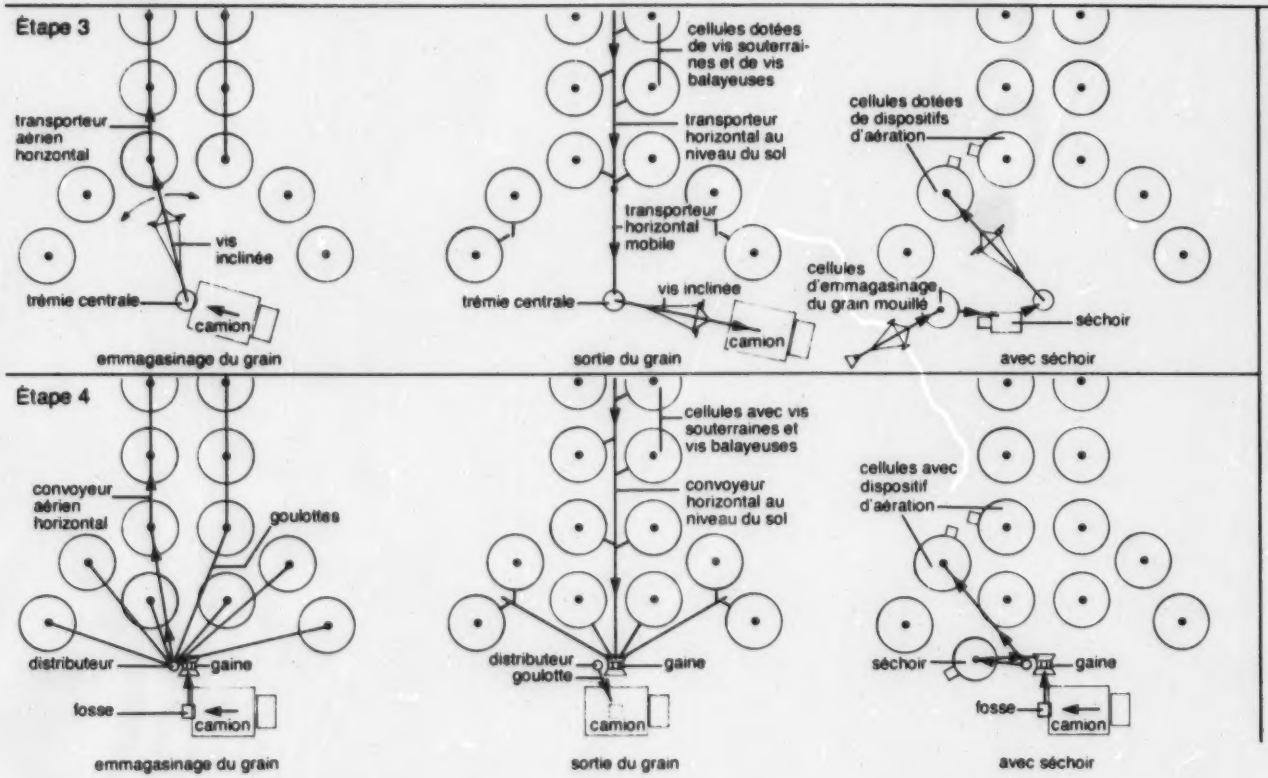


Figure 24 Disposition semi-circulaire

Le rayon de répartition des cellules dépendra de leur taille. Une fois décidé le schéma d'aménagement, on peut déterminer la longueur de la vis ou la longueur de la gaine.

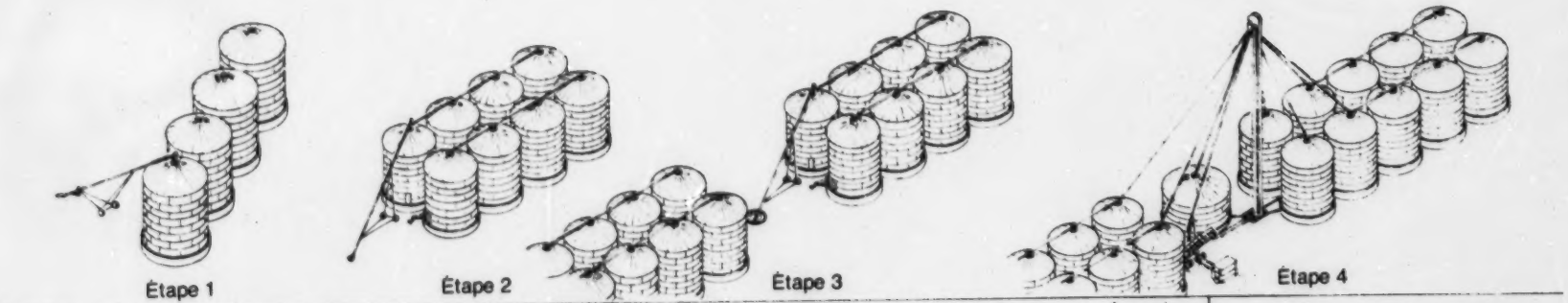
Laissez une distance d'un mètre entre les cellules.

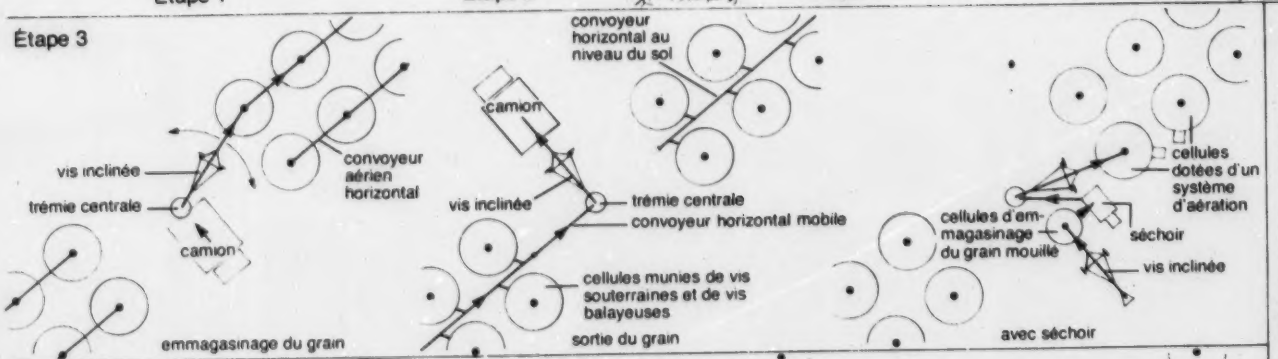
Déterminez la position des conduites de la vis dans les fondations d'une cellule de manière à pouvoir les enlever sans être gêné par les autres cellules.

Installez les fondations de la cellule à une hauteur suffisante pour assurer de l'espace aux transporteurs horizontaux au niveau du sol.

Les cellules d'aération peuvent être installées à n'importe quelle étape.

Une fois que vous aurez décidé de la disposition des cellules, consultez l'ingénieur rural de votre région ainsi que les divers fabricants de matériel pour obtenir des plans et des conseils détaillés.





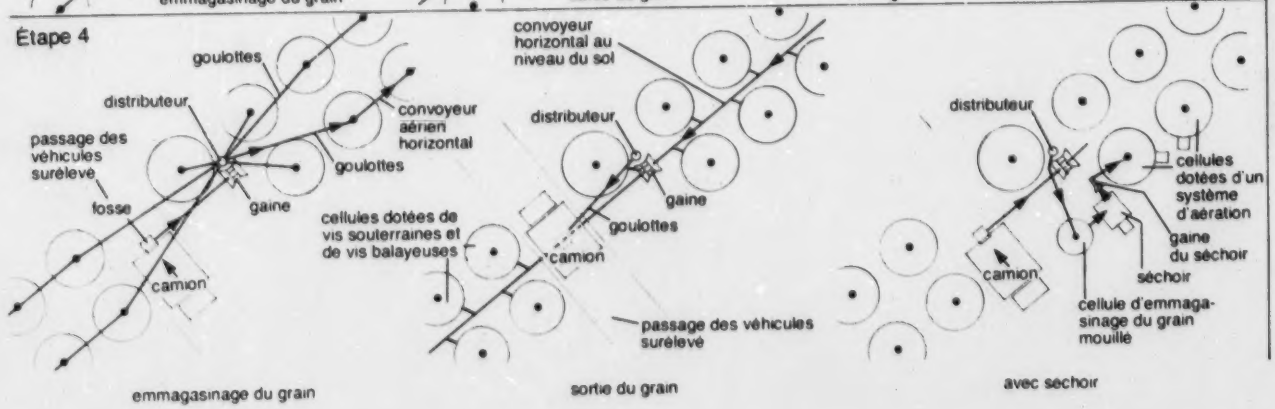


Figure 25 Disposition des cellules en ligne

La taille et le nombre de cellules détermineront la longueur de la vis ou celle de la gaine.

Laissez une distance d'un mètre entre les cellules

Déterminez la position des conduites de la vis dans les fondations d'une cellule de manière à pouvoir les enlever sans être gêné par les autres cellules.

Installez les fondations de la cellule à une hauteur suffisante pour assurer de l'espace aux convoyeurs au niveau du sol.

Au-delà de l'étape 2, on peut accroître la capacité d'installation en passant à l'étape 3 ou par une disposition en ligne ou semi-circulaire.

Les cellules d'aération peuvent être installées à n'importe quelle étape.

Une fois que vous aurez décidé de la disposition des cellules, consultez l'ingénieur rural de votre région ainsi que les divers fabricants de matériel pour obtenir des plans et des conseils détaillés.

TABLEAU 9 COMPARAISON DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

Type de moteur	Échelle de puissance	Couple de démarrage	Courant de démarrage	Méthode d'inversion	Caractéristiques	Usages typiques
Démarrage par condensateur, marche par induction	Jusqu'à 7,5 kW	4 fois la charge nominale	3 à 5 fois le courant nominal	Électrique[1]	Moteur souple, le plus populaire pour la ferme	Dispositifs d'approvisionnement en eau, vis transporteuses, compresseurs d'air, machines de traite, ventilateurs, agitateurs, mélangeurs.
Démarrage par condensateur, marche par condensateur	1,5 kW à 15 kW	4 fois la charge nominale	3 à 5 fois le courant nominal	Électrique[1]	Un condensateur spécial améliore le couple maximal, la capacité de charge et la puissance	Déchargeurs d'élévateurs, gros convoyeurs, évacuateurs de fumier, souffleuses à fourrage, pompes, ventilateurs de séchage des récoltes, dispositifs d'alimentation en vrac, broyeurs marteaux
Démarrage par répulsion, marche par induction	Jusqu'à 15 kW	5 fois la charge nominale	3 fois le courant nominal	Décalage des balais	Prix élevé; capacité de charge élevée avec peu de variation dans le courant	Déchargeurs d'élévateurs, évacuateurs de fumier, gros convoyeurs, mélangeurs, pompes de puits profonds, broyeurs d'aliments du bétail
À démarrage doux	5,6 à 37 kW	50 à 90 % de la charge nominale	2 à 2 1/2 fois le courant nominal	Électrique[1]	Ont des enroulements spéciaux qui permettent un démarrage	Ventilateurs de séchage des récoltes, souffleuses de fourrage et pour silo-élévateur, broyeurs d'aliments du bétail, pompes
triphasé	0,37 à 300 kW	3 à 4 fois la charge nominale	3 à 4 fois le courant nominal	Électrique[1]	Demande une source triphasée ou un couvertisseur de phases qui peut être utilisé avec une source monophasée. Construction simple, souple, exempt d'ennuis mécaniques	Pompes d'irrigation, pompes à lisier, broyeurs à aliments du bétail, gros convoyeurs, élévateurs à godets, mélangeurs

[1]L'inversion électrique est effectuée en changeant les fils aux bornes du moteur.

moments à un nombre variable de moteurs. Son coût initial est supérieur au modèle statique.

Avant d'acheter un dispositif, consultez la compagnie d'électricité ou les services publics.

Commandes électriques

CONTRÔLES DU NIVEAU DE LA CELLULE Les commutateurs contrôlant le niveau des cellules peuvent servir à diverses fins, comme d'indiquer si les cellules sont pleines ou vides ou de commander la mise en branle ou l'arrêt des convoyeurs.

ORDRE ET TEMPS D'ARRÊT DANS LES OPÉRATIONS Lorsque plusieurs convoyeurs successifs sont utilisés pour déplacer le grain, on doit les mettre en marche et les arrêter selon un ordre donné.

La vis inclinée (1) à la figure 26 devrait être mise en marche d'abord, puis le transporteur horizontal (2) et finalement la vis souterraine (3). Pour arrêter, inverser le processus.

Cette marche à suivre empêche l'accumulation de grains aux points de transfert durant le fonctionnement et les poses. De plus, durant l'arrêt, elle permet aux transporteurs de se vider, facilitant la remise en marche.

Les circuits à retardement peuvent être nécessaires lorsqu'une pièce du matériel est longue à mettre en marche. Dans ce cas, prévoyez suffisamment de temps pour qu'elle atteigne sa vitesse de fonctionnement avant de mettre en marche d'autres appareils.

En établissant le plan de vos installations pour la manutention du grain, établissez le degré d'automatisation et de sécurité que vous désirez. Dites à l'entrepreneur en électricité ce qu'il vous faut afin qu'il puisse organiser et installer le réseau électrique qui convient.

PRINCIPES À OBSERVER DURANT LA PLANIFICATION ET LA CONSTRUCTION

Prenez votre temps et faites appel à des gens compétents pour concevoir vos installations. Consultez l'ingénieur rural de l'endroit, les fournisseurs de matériel et de bâtiment et d'autres agriculteurs qui sont en train d'installer ou qui ont déjà installé des appareils de manutention du grain.

Il est plus facile et plus économique de bien faire dès à présent plutôt que de corriger les erreurs plus tard.

Choisissez un endroit bien drainé où le niveau aquifère est faible.

Faites analyser le sol pour être sûr qu'il supportera la charge des grands entrepôts.

Évitez les endroits où les fils électriques aériens ou les arbres risquent d'être gênants (figure 27).

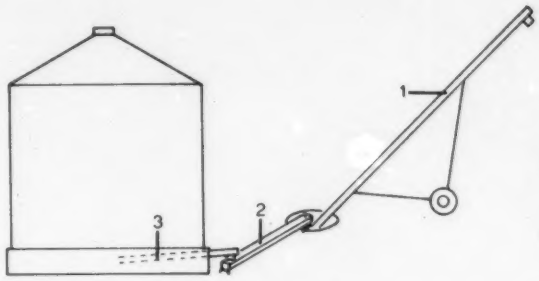


Figure 26 Ordre à suivre

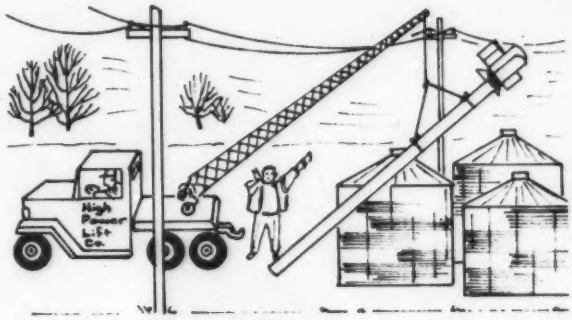


Figure 27

Laissez suffisamment d'espace pour des agrandissements éventuels.

Situez les installations au minimum à 45 ou 60 m de la maison afin de réduire les effets du bruit et de la poussière.

Faites en sorte qu'on puisse voir les installations de la maison.

Organisez-vous pour que les installations soient faciles d'accès par la route.

Communiquez avec les services d'électricité locaux pour obtenir services et renseignements.

Laissez suffisamment d'espace libre pour les véhicules et le déplacement de tout le matériel de manutention (figure 28).

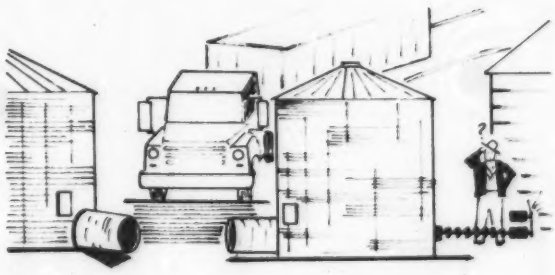


Figure 28

Figure 29

Figure 30

Pensez aux accumulations de neige (figure 29).

Choisissez soigneusement le matériel de transport et de conditionnement pour qu'il ait une capacité suffisante et forme un tout bien coordonné.

PLANIFIEZ AVANT DE CONSTRUIRE OU D'ACHETER (figure 30).

ANNEXE

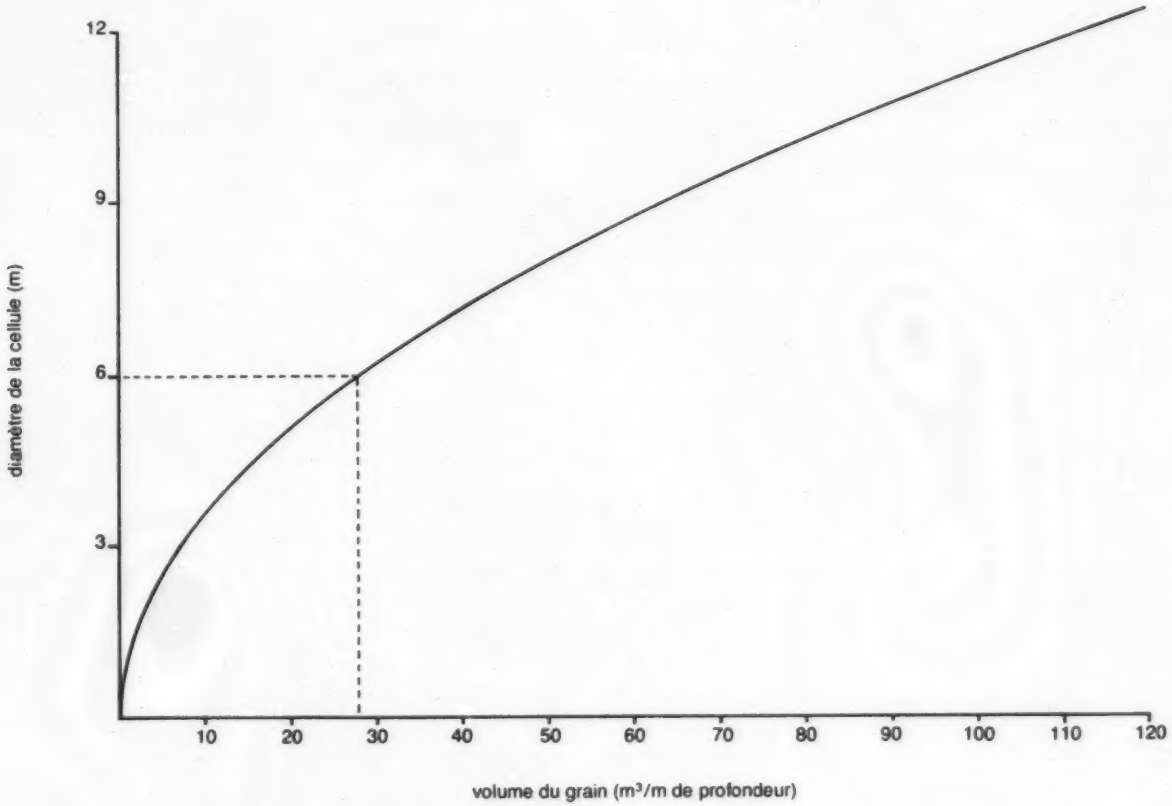


Figure A1 Capacité de la cellule n'incluant pas la partie au-dessus de l'avant-toit.

Exemple: une cellule de 6 m de diamètre emplie à une profondeur de 3 m contiendra un volume de grain de 3 X 28,3 – 84,9 m³

TABLEAU A1 FACTEUR DE CONVERSION DES MOTEURS ÉLECTRIQUES À ESSENCE

Taille du moteur à essence (kW)	0,4	0,5	0,75	1,1	1,5	2,2	3,0	3,7	6,0
Taille équivalente du moteur électrique (kW)	0,2	0,25	0,4	0,5	0,75	1,1	1,5	2,25	3,5

TABLEAU A2 FACTEURS DE BRIS DU GRAIN

Technique de manutention	Variable	Maïs	Soja	Blé
Chute	Hauteur de chute	oui	oui	non
	Taille de l'orifice	oui	oui	non
	Surface d'impact	oui	oui	non
	Extrémité de la goulotte	oui	oui	non
Projetteuse	Vitesse de la bande	oui	oui	non
	Distance de la projetteuse	oui	non	non
Élévateur à godet	Vitesse de la bande	non	non	non
	Alimentation du pied	oui	non	non
	Chargement des godets	oui	non	non
	Type de godet	non	non	non
	Humidité du grain	oui	oui	oui
	Température du grain	oui	oui	oui

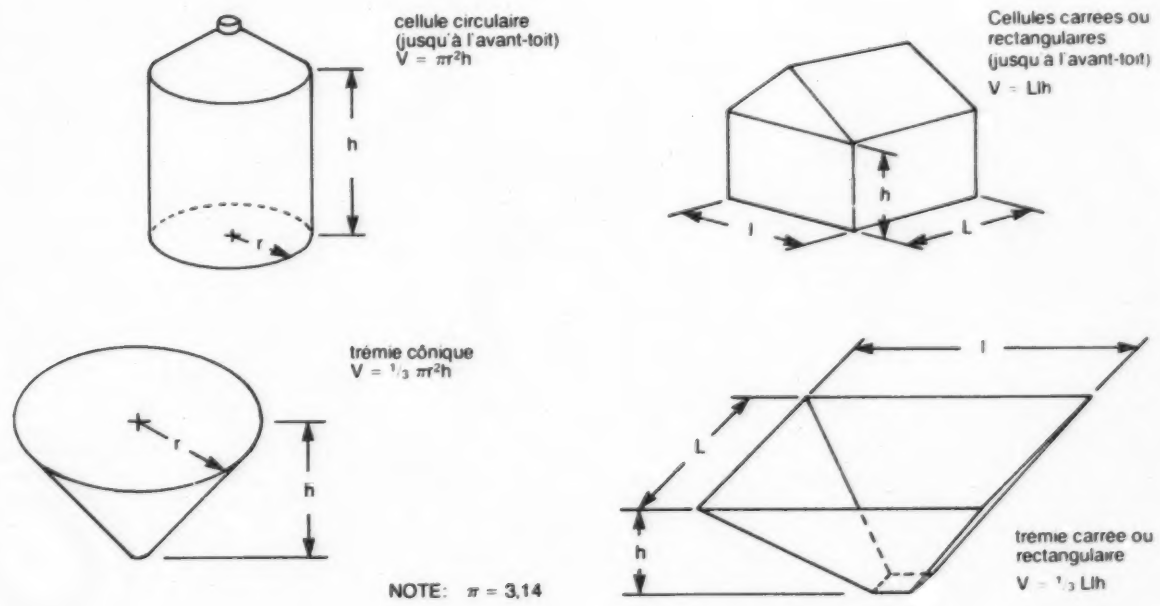


Figure A2 Volumes

Orge, sarrasin:
100 kg/ha = 1,86 bois./ac
100 kg = 4,59 bois.

Maïs, lin, seigle:
100 kg/ha = 1,59 bois./ac
100 kg = 3,94 bois.

Avoine:
100 kg/ha = 2,6 bois./ac
100 kg = 6,49 bois.

Colza, moutarde:
100 kg/ha = 1,78 bois./ac
100 kg = 4,41 bois.

Blé, pois, haricot, trèfle:
100 kg/ha — 1,49 bois./ac
100 kg = 3,67 bois.

Densité moyenne approximative du tas:

Blé, pois, haricot, trèfle	770 kg/m³
Seigle	730 kg/m³
Maïs	700 kg/m³
Lin	650 kg/m³
Colza, graine de moutarde	640 kg/m³
Orge	620 kg/m³
Sarrasin	610 kg/m³
Avoine	470 kg/m³
Graine de tournesol	290 kg/m³

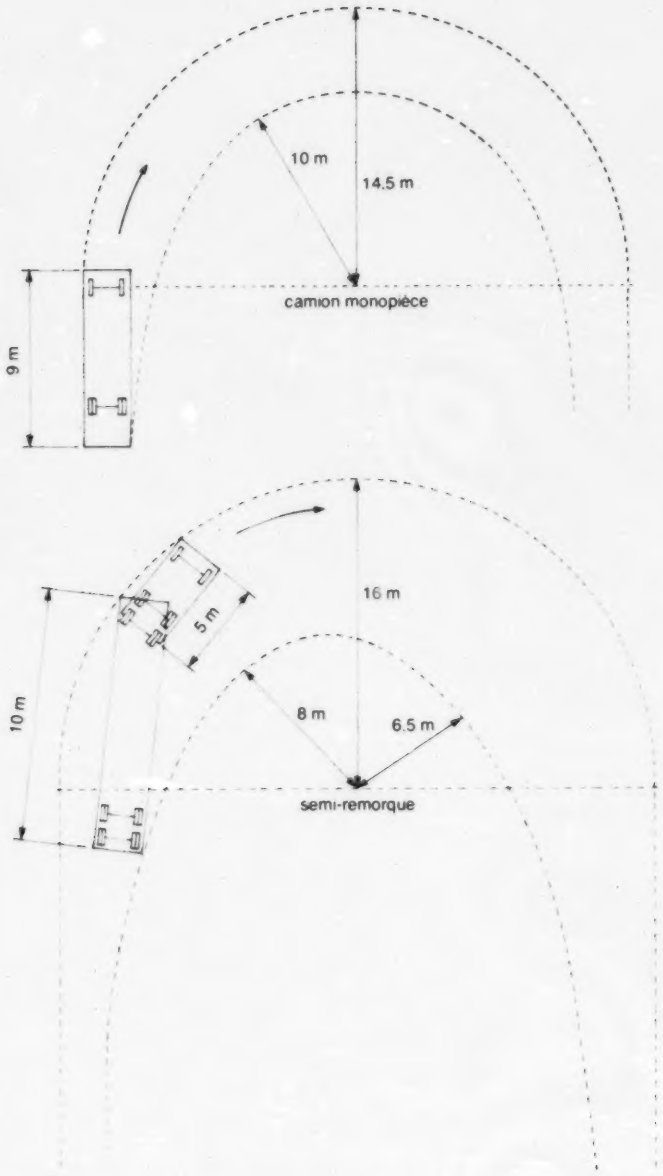


Figure A3 Rayon de rotation pratique minimal

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre